



2. Beiheft

zum

Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten.

XXIII. 1905.

Mitteilungen

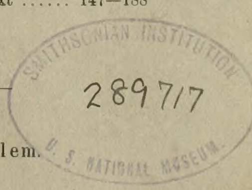
aus dem

Naturhistorischen Museum

in Hamburg

XXIII. Jahrgang.

Inhalt:



Hamburg 1906.

Kommissionsverlag von Lucas Gräfe & Sillem.

Ausgegeben am 29. Dezember 1906.

2. Beiheft

zum

Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten.

XXIII. 1905.

Mitteilungen

aus dem

Naturhistorischen Museum

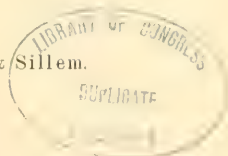
in Hamburg

XXIII. Jahrgang.

Inhalt:

Hamburg 1906.

Kommissionsverlag von Lucas Gräfe & Sillem.



Bemerkung.

Von den „Mitteilungen aus dem Naturhistorischen Museum in Hamburg" sind erschienen

Jahrgang I—V	(1884—1888) als „Berichte des Direktors Prof. Dr. Pagenstecher nebst wissenschaftlichen Beilagen".................	im Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten, Jahrgang 1883—1892, I—X.
„ VI—X	(1889—1893) als „Mitteilungen aus dem Naturhistorischen Museum"...........	

„ XI (1894) und folgende als „Mitteilungen aus dem Naturhistorischen Museum in Hamburg", Beihefte zum Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten, XI. Jahrgang 1893 und folgende.

Hamburgische Elb-Untersuchung*).

Zoologische Ergebnisse

der

seit dem Jahre 1899 vom Naturhistorischen Museum

unternommenen

Biologischen Erforschung der Niederelbe.

*) Unter diesem Titel werden zunächst vorwiegend systematische Arbeiten über die Tierwelt der Elbe bei Hamburg erscheinen, denen sich dann weitere faunistisch-biologische Untersuchungen des Stromes bis zu seiner Mündung anschließen sollen.

Hamburgische Elb-Untersuchung.

VIII.

Studien über die Einwirkung der Trockenperiode im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg.

Mit einem Nachtrag über chemische und planktologische Methoden.

Von *Richard Volk.*

Mit 2 Tafeln und 1 Karte.

Inhalt.

Nachtrag: Zur Methodik.

Einleitung.

Die ganz außerordentliche Armut an atmosphärischen Niederschlägen während des Sommers 1904, die in einem großen Teil Mitteleuropas wirtschaftlich mehr oder weniger schädigend zur Geltung gekommen ist und unter anderem in ihrer Einwirkung auf den Wasserstand der Elbe eine monatelange Unterbrechung der Flußschiffahrt oberhalb Hamburgs veranlaßt, ja auf manchen Strecken des oberen Elblaufs bis zur Trockenlegung des Strombettes geführt hat, ließ von vornherein eine gewisse Einwirkung auf das Tier- und Pflanzenleben im Strome erwarten.

Klagen der Fischer.

Die Frage, ob und bis zu welchem Grade diese abnormen Zustände das biologische Gleichgewicht im Gebiet der Unterelbe gestört haben, mußte um so mehr zu eingehenden Studien anregen, als auch Klagen von Elbfischern darüber vorlagen, daß sie durch schlechte Beschaffenheit des Elbwassers in ihrem Erwerb geschädigt würden. Nach ihrer ausgesprochenen Ansicht sollte die Einwirkung der Sielwässer der Städte Hamburg, Altona und Wandsbek in den heißen Sommertagen das Erkranken und Absterben ihrer Fänge im „Bünn" der Fahrzeuge veranlaßt haben, wenn sie, von den weiter unterhalb gelegenen Fangplätzen aufkommend, die Gegend von Schulau passierten.

Untersuchungsplan.

Aus diesem wirtschaftlich wichtigen Grunde lag es nahe, gerade hier das Verhalten der Wasserbewohner unter gebührender Berücksichtigung gewisser chemischer Eigenschaften des Wassers zu studieren. Da aber die Elbe an dieser Örtlichkeit, die oberhalb von Schulau und querab vom untersten der drei Leuchttürme als Fangstation gewählt wurde, schon in der stattlichen Breite von ungefähr zwei Kilometern bei sehr wechselnder Tiefe dahinfließt, so schien es angemessen, die zu untersuchenden Organismen und Wasserproben an mindestens drei Stellen des Stromquerschnitts, nämlich innerhalb der beiden flachen Uferzonen und in der Mitte des tiefen Fahrwassers, zu entnehmen.

Im Hinblick auf die eigenartige Beschaffenheit der Ufer und des Grundes in diesem Stromabschnitt, die ich schon früher beschrieben habe (198, p. 76), konnte das Studium der hier seßhaften Organismen für die zu lösende Frage kaum förderlich sein und keinesfalls zu bindenden Schlüssen führen. Darum mußte auch diesmal der Schwerpunkt der Untersuchungen in dem gründlichen qualitativen und quantitativen Studium des Planktons erblickt werden.

Beim Entwerfen des Arbeitsplanes zu diesen Studien war weiter zu berücksichtigen, daß, trotz der weitgehenden Selbstreinigungsprozesse im Strom bei der nur 17 Kilometer betragenden Entfernung von der Hauptmündung der Siele von Hamburg und Altona, wenigstens bei tiefem Ebbestand immer noch Restwirkungen von Abwasserbestandteilen anzunehmen sind, denen sich überdies die vielen kleinen Abwasserergüsse aus den Ortschaften längs der beiden Ufer in ihrer Gesamtwirkung zugesellen. Aus diesem Grunde konnten die gewählten Fangstellen als noch innerhalb der Einwirkung von Abwässern gelegen angesehen und ihnen demnach oberhalb Hamburgs eine Stelle, bis zu welcher ein Vordringen von Abwässern aus dem Hamburg-Altonaer Sielnetz selbst bei höchstem Hochwasser ausgeschlossen war, als Vergleichs-Fangstation gegenübergestellt werden. Bei unseren Arbeiten 1899 bis 1902 hatte ich zu diesem Zweck die Gegend von Spadenland gewählt; aus faunistischen und floristischen Gründen erschien es mir wünschenswert, diesmal noch drei Kilometer über den genannten Punkt hinauszugehen und die Vergleichsfänge bei Gauert, oberhalb der Trennung von Norder- und Süderelbe, vorzunehmen.

Zum besseren Verständnis einer Reihe von Erscheinungen, die bei der qualitativen und quantitativen Erforschung des Elbplanktons zur Beobachtung kommen, ist die etwas eingehendere Beschreibung der beiden Fangstationen sowie die Betrachtung der recht verschiedenartigen Einflüsse, unter welchen Flora und Fauna dieser Örtlichkeiten stehen, unerläßlich.

Obere Fangstation.

Wie bereits bemerkt, befindet sich die obere Station bei der Ortschaft Gauert [1]), direkt oberhalb der Trennung von Norder- und Süderelbe und annähernd 15 Kilometer oberhalb der Hauptsielmündungen von Hamburg-Altona, demnach 32 Kilometer von der Fangstation bei Schulau entfernt. Die Elbe ist bei Gauert ungefähr 500 Meter breit und von verschiedener Tiefe. Während das Lot in dem mehr nach dem rechten Ufer zu befindlichen Fahrwasser im Mittel drei Meter anzeigt, wird das durchweg sandige Strombett nach dem linken Ufer zu allmählich flacher. Der Pflanzenwuchs im Strome selbst, wo nur

[1]) Siehe Karte am Schluß der Abhandlung.

hie und da ein Exemplar von Potamogeton perfoliatus oder P. lucens zu erkennen, ist — wie auch der in beiden Uferzonen — nur spärlich und für uns ganz belanglos.

Die Tiden machen sich an dieser Stelle, neben dem charakteristischen Steigen und Fallen des Wasserstandes, hauptsächlich durch rascheres oder langsameres Dahinströmen des Wassers und ein nur kurze Zeit dauerndes Zurückfluten desselben bei vorgeschrittener Flut bemerklich.

Wichtiger noch als die Beschaffenheit der Fangstelle selbst ist für die Beurteilung unserer Untersuchungsergebnisse der Gesamtcharakter des Strombettes bis tief in das Binnenland hinein. Auf beiden Seiten des Stromes münden Priele, kleine Altwässer und eine Reihe meistens langsam fließender Bäche und Nebenflüsse, welche der Elbe viele und zum Teil für die betreffenden Wasserläufe charakteristische Planktonorganismen zuführen.[1]) Von größerer Bedeutung aber, besonders für eine gewisse Gleichmäßigkeit in der Zusammensetzung des Planktons an unserer oberen Station, sind die unzähligen stillen Wasserwinkel, die sich zwischen den tausenden von Buhnen befinden, welche zur Regulierung des Elbbettes im ganzen Stromlauf bis über Torgau hinaus, also auf einer Strecke von 480 Kilometern, angelegt sind. Hier haben wir die hauptsächlichsten und wichtigsten Brutstätten des Süßwasserplanktons der Elbe zu suchen. Diese vielen kleinen Brutplätze, die zugleich auch als Reservoire anzusehen sind, geben für gewöhnlich nach und nach Teile ihrer Produktion pflanzlicher und tierischer Organismen in großer Gleichmäßigkeit an das fließende Wasser ab, wobei die Kielwellen der regelmäßig verkehrenden Flußdampfer nicht ohne Wirkung sind.

Aus der Stetigkeit in der Ergänzung des Stromplanktons aus so vielen gleichgearteten Bezugsquellen, erklären sich auch ohne Zwang die in der Oberelbe sehr regelmäßig verlaufenden periodischen Bewegungen in der Gesamtproduktion der Planktonten, das mit der Zunahme der Wasserwärme im Frühling ununterbrochene Ansteigen, wie der gleichfalls ohne Unterbrechung fortschreitende Niedergang der Produktionsziffern im Herbst bei allmählich sinkender Temperatur des Wassers. Dieses Phänomen verläuft in der oberen Elbe fast mit der Regelmäßigkeit, die wir aus Binnenseen (3) und großen Teichen kennen.

Ganz anders verhält es sich dagegen in der Elbe unterhalb der Städte Hamburg und Altona und somit auch an unserer unteren Fangstelle bei Schulau, weil hier Faktoren zur Geltung kommen, Untere Fangstation

---

[1]) So bezieht die Elbe ihren Reichtum an Clathrocysten, nach mündlicher Mitteilung des Herrn Prof. Dr. KOLKWITZ, aus der Havel. In großen Mengen beobachtete er die Alge in diesem Fluß wie auch unterhalb seiner Mündung, während er sie oberhalb desselben nicht mehr in der Elbe fand.

die in dem oberen Stromabschnitt gänzlich fehlen. Die Wasserfläche erweitert sich immer mehr und erreicht schon bei unserer Station unweit Schulau die ansehnliche Breite von zwei Kilometern, das Vierfache der Strombettbreite bei Gauert. Mehr als dort machen sich hier Tiefenunterschiede geltend, denn während in der Fahrrinne bei Hochwasser acht bis zehn Meter gelotet werden, wird das Wasser nach den Ufern zu seicht und hat, besonders nach dem Südufer hin, ausgedehnte Untiefen, sogenannte Sande, die bei tiefem Ebbestand zum Teil als Inseln über der Wasserfläche erscheinen.

Ebbe und Flut.

Das ganze Strombett, vom Hafengebiet bis zur Nordsee, steht in erster Linie unter der Herrschaft der gewaltigen Naturerscheinung der Gezeiten oder Tiden. Hier findet täglich ein viermal wechselndes Hin- und Zurückfluten der Wassermassen statt, die bei jedem stärkeren Einsetzen des Flutstroms von Grund aus aufgewühlt und durchgearbeitet werden, wobei auch der Grund selbst mehr oder weniger in Mitleidenschaft gerät. Die mechanische Wirkung dieses oft mit plötzlicher Gewalt hereinbrechenden Phänomens kann so stark werden, daß — wie ich mehrfach beobachten konnte — an der Nordseite des Fahrwassers selbst eine Dampfbarkasse mit starker Maschine Not hatte, ihren Kurs zu halten, während zu gleicher Zeit in der Mitte und an der Südseite des Stroms noch Ebbe herrschte.

Die Hafenbecken.

Ebenso wie der freie Strom stehen natürlich auch die umfangreichen Hafenanlagen unter dem tiefeingreifenden Einfluß der Tiden. Die einzelnen Hafenbecken, die biologisch eine gewisse Ähnlichkeit mit tieferen Teichen oder mit Binnenseen haben, bilden mächtige Brutanstalten und Rekrutierungsbezirke für einen großen Teil des tierischen Süßwasserplanktons der unteren Elbe. Jede Ebbetide nimmt etwas von dem Planktonbestand dieser Depots mit sich fort in den freien Strom zur Ergänzung der Abgänge, die sein Planktonheer auf dem weiten Weg von der oberen Elbe bis hierher erlitten hat. Zuweilen ergibt sich sogar hieraus, besonders wenn eine außergewöhnlich starke Flut voraufgegangen war, ein Überschuß in der Verstärkung der vorüberziehenden Planktonkolonnen, dessen Herkunft aus den Hafenbecken sich selbst noch bei Schulau direkt nachweisen läßt, falls es sich um größere Mengen solcher Organismen handelt, die oberhalb des Hafengebietes nur in geringer Anzahl angetroffen werden.

Wie bereits aus meinen früheren Untersuchungen hervorgeht, pflegt zur Zeit des allgemeinen herbstlichen Niederganges im Planktonbestand der Oberelbe in einem Teil der Hafenbecken immer noch ein größerer Reichtum an Planktontieren vorhanden zu sein. Aus diesem Grunde kann durch die Tidenspülungen — auch in schon vorgerückter Jahreszeit — noch einmal ein nicht unwesentlicher vorübergehender

Anstieg die Regelmäßigkeit im jahreszeitlichen Rückgang des Unterelbplanktons unterbrechen. Außerdem ist aber in manchen Jahren noch das wirtschaftlich wichtigste Planktontier der Unterelbe, Eurytemora affinis, dessen Entwickelungsplätze hauptsächlich in den Untiefen der Uferzone des Stromes liegen, durch ein verspätetes massenhaftes Auftreten sehr stark an derartigen Unregelmäßigkeiten beteiligt.

Aus der im vorstehenden erörterten komplizierten Beschaffenheit unseres Arbeitsgebietes mit einer Reihe lokaler Faktoren von tiefeingreifender Wirkung auf seine biologischen Verhältnisse, Faktoren, die man nur selten in ähnlicher Weise wie hier vereinigt findet, dürfte zur Genüge hervorgehen, daß bei unseren Studien erheblich mehr Gesichtspunkte zu berücksichtigen und größere Schwierigkeiten zu bewältigen waren, als dies bei den meisten ähnlichen Untersuchungen von Gewässern der Fall sein wird.

Unerläßlich war es, die Untersuchungsergebnisse aus den abnormen Zuständen des Trockenjahres 1904 mit den Resultaten eines „Normaljahres" vergleichen zu können. Zwar stand hier wertvolles Material von 1899—1902 zur Verfügung, weil aber die Planktonfänge, soweit sie aus dem Bereich der Sielwasserwirkungen stammten, damals in nächster Nähe von Hamburg und Altona gemacht waren, konnten die aus ihnen gewonnenen Resultate doch nur sehr bedingungsweise bei den jetzigen Studien zum Vergleich herangezogen werden. Glücklicherweise zeigte sich schon das Jahr 1905 für die Elbe in hydrobiologischer Beziehung wieder „normal" und darum geeignet, in ihm während desselben Zeitabschnittes wie im Vorjahr die erwünschten Paralleluntersuchungen anzustellen und deren Ergebnisse in der vorliegenden Arbeit zu verwerten. Verschiedene Jahrgänge.

Im Jahre 1904 konnten noch zur Zeit des tiefsten Wasserstandes (vergl. Tab. 6) während des Monats September fünf und dann bei langsam ansteigendem Wasserreichtum noch eine Fangfahrt am 11. Oktober unternommen werden. Die Kontrollfahrten im darauffolgenden Jahr waren derart verteilt, daß vier vom 5. bis 26. September und dann noch zwei am 3. und 10. Oktober stattfanden.

Zu diesen Expeditionen, bei welchen in Hin- und Rückfahrt, einschließlich der Querschnittsfahrten oberhalb von Schulau, jedesmal rund 68 Kilometer zu durchfahren waren, hatte die Direktion für Strom- und Hafenbau in zuvorkommendster Weise zwei Fahrzeuge zur Verfügung gestellt, den Dampfer „Norderelbe" (Taf. I, Fig. 1), welchen ich auch bei den biologischen Untersuchungen in der Elbmündung bis zum 3. Feuerschiff benutze, und für die flachen Uferzonen die leichte Motorbarkasse „Strom- und Hafenbau XI" (Taf. I, Fig. 2), ohne welche im Trockenjahr 1904 die Fahrten bis zur Fangstation in der oberen Elbe nicht möglich gewesen wären. Fahrzeuge.

Fänge

Auf die Ausführung der Fänge werde ich weiter unten näher eingehen. Hier sei nur kurz bemerkt, daß die quantitativen Planktonfänge an Ort und Stelle mit Formalin konserviert, das zur qualitativen Untersuchung bestimmte Plankton dagegen in weithalsigen konischen Flaschen auf Eis gesetzt und sobald wie möglich im lebenden Zustand bearbeitet wurde.

Hydrochemische Untersuchung.

Zur chemischen Untersuchung habe ich an den Fangstellen des flachen Wassers die nötigen Wassermengen einfach geschöpft, im tiefen Fahrwasser der unterelbischen Fangstation aber jedesmal Proben vom Grund, aus der Mitte und von der Oberfläche des Wasserstandes entnommen. Diejenigen Wasserproben, welche zur Sauerstoffmessung mittels des Müllerschen Tenaxapparates (120) sowie zur Ermittelung der Oxydierbarkeit dienen sollten, wanderten in die Eiskiste, dagegen wurden die Proben zur Titrierung des Sauerstoffs nach der Winklerschen Methode (189, p. 308) gleich an Bord mit Jodkalium in Natronlauge und mit Manganchlorür versetzt. Die Bestimmungen mit der Tenaxbürette sowie die der Oxydierbarkeit konnten in den meisten Fällen noch am Nachmittag und Abend des betreffenden Fangtages ausgeführt werden, wogegen die titrimetrischen Bestimmungen des Sauerstoffs und des Chlors erst anderen Tags erledigt wurden, was ohne Bedenken geschehen konnte, da ja der Sauerstoffgehalt durch die Vorbehandlung der Wasserproben an Bord schon festgelegt war.

Physikalische und meteorologische Verhältnisse.

Zur richtigen Beurteilung sowohl von biologischen wie auch von chemischen Befunden war es nicht unwesentlich, gewisse physikalische und meteorologische Momente zu beachten und nicht nur die in Betracht kommenden Verhältnisse an den einzelnen Fangtagen oder den beiden Fangperioden, sondern zurückgreifend auch aus den voraufgegangenen Monaten Juli und August der Jahre 1904 und 1905 (vergleichsweise auch noch anderer Jahrgänge) zu Rate zu ziehen.

Förderung der Arbeit durch Behörden und Mitarbeiter.

Dies wurde mir nur durch das Entgegenkommen der Herren Professoren Dr. HERRMANN und Dr. GRASSMANN von der Kaiserlichen Seewarte ermöglicht, indem sie mir Einblick und Benutzung der täglichen Aufzeichnungen dieses Instituts gestatteten. Beiden Herren sowie Herrn Bauinspektor BENSBERG von der Direktion für Strom- und Hafenbau, der mich durch Besorgung einer genauen Tabelle über die Elbwasserstände und durch andere sachliche Mitteilungen, die in der vorliegenden Arbeit verwertet sind, wesentlich unterstützt hat, sage ich für dies Entgegenkommen verbindlichsten Dank. Aber auch den altbewährten Mitarbeitern seien hier Worte der Anerkennung für ihre Tätigkeit gewidmet. Herr H. SELK hat sich wieder unter Beihilfe des Herrn Majors a. D. TH. REINBOLD der mühevollen Arbeit der Be-

stimmung der Planktonalgen (vgl. Tabelle I) unterzogen, und Herr Prof. Dr. R. TIMM hat die Kruster der Planktons der beiden Fangperioden festgestellt.

Wenig erfreulich ist es für mich, hier eines Mannes erwähnen zu müssen, der durch ununterbrochene Agitation in Rede und Schrift versucht, in lokalen und weiteren Kreisen seinen — oft den Tatsachen direkt zuwiderlaufenden — Ansichten über die biologischen Verhältnisse der Unterelbe Geltung zu verschaffen, nämlich des Herrn Dr. med. BONNE in Klein Flottbek. Eine eingehende Kritik der vielen phantasiereichen Schriften dieses Herrn über die Unterelbe, von welchen übrigens auch nicht eine einzige Anspruch auf Ernst und Wissenschaftlichkeit zu erheben vermag, kann ich mir um so mehr sparen, als bereits C. MERCKEL (113) mit Bezug auf die Schrift „Die Notwendigkeit der Reinhaltung der deutschen Gewässer etc." eine Kritik geübt hat, die sich auf alle mir bekannt gewordenen BONNEschen Elbpublikationen ausdehnen läßt, und der ich mich vollständig anschließe. Ich möchte diese Kritik allen denen zur Lektüre empfehlen, die etwa durch die oft kühnen und mit so großer Sicherheit vorgetragenen Behauptungen des Herrn Dr. BONNE sich blenden ließen. Obwohl Herr Dr. BONNE nach seiner eigenen Aussage „in erster Linie Menschenfreund" zu sein glaubt, so hat doch seine Kampfesweise gegen Männer, die auf weniger leicht gangbaren Pfaden zu anderer Ansicht kommen wie er, nicht allzuviel Menschenfreundlichkeit erkennen lassen. Mir persönlich macht er in einer seiner letzten Publikationen[1]) den Vorwurf, ich sei (zugleich mit Professor DUNBAR) bestrebt, „die Kloaken Hamburgs weiß zu waschen", und einige Seiten später, nach der Besprechung eines Zeitungsartikels über den mit Fabrikabwässern schwer belasteten Main, findet sich der Satz „Man sieht auch hier wieder das Bestreben anscheinend mit der städtischen Verwaltung in Verbindung stehender Kräfte (gerade wie in Hamburg, Altona und München)" usw. Eine derartige niedrige Verdächtigung gegen Männer, die mit strengster Sachlichkeit in ihrem Beruf arbeiten, verdient denn doch die entschiedenste Zurückweisung. Zur Abwehr.

[1]) Die Vernichtung der deutschen Flußfischerei durch die Verunreinigung unserer Gewässer, mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse auf der Unterelbe. Von Dr. med. GEORG BONNE. (Zeitschrift für Fischerei, XII. Jahrgang, 1905, Heft 1, p. 1—28.)

I. Zur chemischen Beschaffenheit des Elbwassers.

Bezüglich der chemischen Untersuchung der Wasserproben, welche bei jedem quantitativen Fang an der Fangstelle entnommen wurden, habe ich mich auf die Bestimmung der Oxydierbarkeit der im Wasser gelösten organischen Stoffe, des gelösten freien Sauerstoffs und des in den Chloriden enthaltenen Chlors beschränken müssen.

1. **Die Oxydierbarkeit.** Die Bestimmungen der Oxydierbarkeit (vgl. p. 52) haben folgendes ergeben:

Verbrauchtes Kaliumpermanganat (Milligramme im Liter).

1904.

Datum	Obere Elbe	Untere Elbe			
		Nordseite	Mitte	Südseite	Durchschnitt
9. September	36,6	37,9	37,3	37,3	37,5
13. „	37,3	36,6	37,6	36,6	36,9
20. „	37,0	37,6	38,9	37,6	38,0
27. „	33,2	31,6	33,2	34,1	33,0
30. „	29,4	—	33,5	—	33,5
11. Oktober..	31,6	34,1	32,2	31,0	32,4
Durchschnitt der sechs Tage:	34,2	—	—	—	35,2
Durchschnitt aller Proben:	34,7				

1905.

Datum	Obere Elbe	Untere Elbe			
		Nordseite	Mitte	Südseite	Durchschnitt
5. September	30,0	33,7	34,7	33,2	33,9
12. „	33,2	33,4	33,2	33,4	33,3
19. „	31,6	31,6	33,8	33,2	32,9
26. „	28,4	28,5	28,4	27,2	28,0
3. Oktober .	26,8	26,5	27,2	25,9	26,5
10. „	24,0	27,5	29,4	26,8	27,6
Durchschnitt der sechs Tage:	29,0	—	—	—	30,7
Durchschnitt aller Proben:	29,85				

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich:

1) Der Gehalt des Wassers an gelösten organischen Stoffen ist im gesamten Untersuchungsgebiet in dem wasserarmen Jahr 1904, wie zu vermuten war, größer gewesen als bei dem gewöhnlichen Wasserreichtum des Stromes, wie er durchschnittlich wieder 1905 herrschte.

2) In beiden Jahren war im Mittel der Analysen für das Wasser der Unterelbstation ein geringer Mehrverbrauch an Permanganat zu bemerken, obschon an einzelnen Tagen umgekehrt die Proben von Gauert größere Mengen beanspruchten. Demnach kann auf eine allgemeine stärkere Belastung der Elbe bei Schulau mit gelöster organischer Substanz aus den vorliegenden Befunden nicht geschlossen werden.

2. **Der Sauerstoffgehalt.** Die Ergebnisse der quantitativen Ermittelung des im Elbwasser gelösten freien Sauerstoffs sind in nachstehender Tabelle übersichtlich geordnet.

1.	2.	3.	4.	5.					6.	
				Gefundener Sauerstoff					Differenz zwischen 4 und 5	
					Untere Elbe					
1904	Barometerstand	Wasserwärme	Entsprechender Sauerstoffwert (berechnet)	Obere Elbe	Nordseite	Mitte	Südseite	Durchschnitt	Obere Elbe	Untere Elbe
9. September	760 mm	17,2 °	6,72	7,03	5,01	5,75	5,75	5,50	+ 0,31	— 1,22
13. „	756 „	16,0 °	6,85	7,51	5,52	5,85	5,82	5,73	+ 0,66	— 1,12
20. „	770 „	13,5 °	7,37	7,48	6,05	6,34	6,41	6,26	+ 0,11	— 1,15
27. „	762 „	12,0 °	7,53	7,56	6,34	6,62	6,52	6,49	+ 0,03	— 1,04
30. „	761 „	12,5 °	7,44	8,53	—	7,60	—	7,60	+ 1,09	+ 0,16
11. Oktober..	766 „	10,8 °	7,78	8,51	7,68	7,83	7,76	7,76	+ 0,73	— 0,02
Durchschnittl.	—	—	7,26	7,77	—	—	—	6,56	+ 0,49	— 0,73
				7,16						
1905										
5. September	764 mm	15 °	7,07	7,26	5,90	6,20	6,20	6,10	+ 0,19	— 0,97
12. „	765 „	16,2 °	6,91	7,68	5,60	5,94	5,96	5,83	+ 0,77	— 1,08
19. „	764 „	14,1	7,17	7,55	5,98	6,16	5,93	6,02	+ 0,38	— 1,15
26. „	757 „	13,0 °	7,33	7,78	6,07	6,65	6,67	6,46	+ 0,45	— 0,87
3. Oktober..	752 „	11,7 °	7,54	8,55	6,43	6,62	6,54	6,53	+ 1,01	— 1,01
10. „	769 „	9,2	8,12	8,78	6,52	6,81	6,64	6,66	+ 0,66	— 1,16
Durchschnittl.	—	—	7,35	7,93	—	—	—	6,27	+ 0,58	— 1,09
				7,10						

Zu der Anordnung vorstehender Tabelle ist noch zu bemerken, daß in Kolonne 4 die auf Grundlage der WINKLERschen Sättigungszahlen für Normaldruck bei 0—30° Wasserwärme (189 p. 326) berechneten Sauerstoffsättigungswerte für reines Wasser eingetragen sind, welche dem Barometerstand und der Wasserwärme entsprechen, die zur Zeit der verschiedenen Probeentnahmen beobachtet wurden. In Kolonne 6 sind die Differenzen zwischen diesen theoretischen und den tatsächlich gefundenen Sauerstoffmengen besonders hervorgehoben.[1])

Relativ günstiger Gehalt im Trockenjahr.

Wenn auch im einzelnen kleine Unterschiede zwischen den Ergebnissen aus beiden Untersuchungsperioden bemerkbar sind, so ist doch der durchschnittliche Sauerstoffgehalt in beiden Jahren auffallend ähnlich gewesen, und meine Erwartungen, im Trockenjahr weniger günstige Verhältnisse anzutreffen, haben durch die vorliegenden Befunde keinerlei Bestätigung erhalten. Obwohl im September 1904

[1]) Die Gründe, aus welchen ich auf Angabe der „Sauerstoffzehrung", die zur Beurteilung von Tagwässern von anderen höher bewertet wird (177), verzichtet habe, sind weiter unten auf Seite 53 bis 55 ausführlich dargelegt.

bei Schulau einigemal niedrigere Werte beachtet wurden als 1905, so übertraf doch der Durchschnitt der unterelbischen Resultate von 1904 denjenigen von 1905 noch um ein Geringes, und es blieb nicht nur durchschnittlich, sondern auch in allen Einzelfällen der Sauerstoffgehalt weit über den Grenzen, innerhalb welcher unsere sauerstoffbedürftigsten Fische, die Salmoniden, existieren können (53, p. 158).

In der oberen Elbe war in beiden Jahren ein aus biologischen Faktoren zu erklärender Überschuß über das physikalische Sättigungsvermögen des Wassers mit Sauerstoff zu konstatieren, und zwar 1905 in unwesentlich höherem Grade als 1904. Umgekehrt, und das mag auf den ersten Blick frappieren, blieb 1905 der Sauerstoffgehalt in der Unterelbe hinter den Befunden des Vorjahres um eine Kleinigkeit zurück, trotzdem der Gehalt an gelöster organischer Substanz (vgl. p. 12) im Jahr 1904 merklich höher war. Möglicherweise läßt sich übrigens

Ursachen des verschiedenen Gehaltes

dieser scheinbare Widerspruch durch die biologischen Befunde beider Jahre (vgl. p. 38 u. 43) erklären. Zwar walteten in der Unterelbe in beiden Fangperioden, gegenüber der Oberelbstation, die Sauerstoffkonsumenten vor, doch war 1905 dieses Vorwalten so erheblich gestiegen, daß es nicht unberechtigt erscheint, aus ihm — wenigstens zum Teil — die beobachtete geringe Sauerstoffverminderung abzuleiten. Dazu kommt noch, daß in der Unterelbe die wichtigsten der hier beheimateten Sauerstoffproduzenten, die Coscinodiscus-Arten, den Höhepunkt ihrer Entwickelung, der hier gewöhnlich in den August fällt, bereits seit einer Reihe von Tagen überschritten hatten. Zur selben Zeit wurden in der Oberelbe die für diesen Stromabschnitt hauptsächlich in Betracht kommenden Sauerstofferzeuger, Melosira granulata und andere Melosiren, welchen das Wasser auch seine Übersättigung an Sauerstoff zu verdanken hatte, noch in sehr großen Mengen angetroffen. Jedenfalls ist der natürliche Sauerstoffgehalt im Wasser der Unterelbe zu keiner Zeit so beschränkt gewesen, daß man hätte von Sauerstoffmangel reden und von solchem hätte eine Schädigung der Fische ableiten können (vergl. auch 51, 53, 68).

3. **Der Chlorgehalt.** Die Ermittelung des Chlorgehaltes aus den im Elbwasser gelösten Chloriden sollte und konnte nicht etwa als Gradmesser zur Beurteilung einer Einwirkung der Sielwässer beitragen, sie wurde vielmehr aus wesentlich anderen Gründen vorgenommen.

Abnormer Chlorgehalt der Elbe.

Weil das aus dem Binnenlande der Nordsee zuströmende Wasser der Elbe seinen hohen Gehalt an Chloriden, der von Magdeburg abwärts bedeutend höher ist als in allen anderen deutschen Stromläufen, erst

durch die Effluvien der Montanindustrie des Saalegebietes empfängt (85—89, 149, 212), und weil in der Trockenperiode des Sommers 1904 ein außerordentlich geringer natürlicher Zufluß an Quell- und Regenwasser stattfand, mußte bei einigermaßen gleichbleibendem Zufluß genannter Industrieabwässer eine wesentliche Steigerung des Chlorgehaltes in unserem Untersuchungsgebiet nachweisbar sein. Dabei war zu beachten, ob etwa die Steigerung des Chlorgehaltes bis zu einer Höhe gelangte, die zu einer merklichen Einwirkung auf die biologischen Verhältnisse in unserer Gegend führen konnte.

Außerdem lag auch bei dem verringerten Druck durch zuströmendes Wasser aus dem Oberlauf ein Vordringen des Brackwassers bis zu unserer Beobachtungsstelle oberhalb Schulau im Bereiche der Möglichkeit, und darum mußte derselbe bei den Untersuchungen entsprechend berücksichtigt werden, und dies um so mehr, als hier die Sohle des Fahrwassers $6^1/_2$ bis $8^1/_2$ Meter unter dem Nullpunkt bei Cuxhaven liegt, so daß also bei Schulau das Brackwasser lediglich durch den Druck des zuströmenden Oberwassers ferngehalten wird. Brackwasser

Während nun, wie die nachstehende Chlortabelle bestätigt, die erste Voraussetzung zutreffend war, also im Verlauf der ganzen Untersuchungsperiode 1904 ein sehr hoher Chlorgehalt festgestellt wurde, konnte in derselben Zeit ein Vordringen von Brackwasser bis zu vorgenannter Stelle selbst bei Flut nicht nachgewiesen werden, obwohl jedesmal Proben von der Oberfläche, aus halber Höhe und vom Grunde der Wassersäule entnommen wurden. Weil indessen der Chlorgehalt dieser drei Proben in keinem Fall differierte, wurde der Befund in der Tabelle immer nur einmal in der Rubrik „Mitte" eingetragen.

Weiter ist auch wieder aus dieser Tabelle (vgl. auch 198 p. 71) ersichtlich, daß der Chlorgehalt in der Elbe, sofern er noch nicht — wie näher nach der Mündung hin — vom Vordringen des Meerwassers bei Flut beeinflußt wird, ganz unregelmäßigen Schwankungen unterworfen ist, die augenscheinlich mit den nicht immer gleich großen Laugeergüssen aus den Kalifabriken bei Staßfurt etc. zusammenhängen.

Daß die Sielwässer von Hamburg und Altona, wie ich bereits früher ausgesprochen hatte (198 p. 70), keinen nachweisbaren Zuwachs an Chloriden liefern können, zeigte sich auch in der Tatsache, daß der Chlorgehalt bei Schulau häufig geringer war, als bei Gauert. Chlor aus den Sielwässern.

Übrigens ließ sich 1904 eine schädigende Einwirkung des erhöhten Gehaltes der Elbe an Chlorverbindungen auf die beobachteten Organismen nicht erkennen, wodurch nebenbei deren Anpassungsvermögen an wechselnden Salzgehalt gut illustriert wird (vgl. p. 27 u. 28).

Das Chlor aus den im Elbwasser gelösten Chloriden (Milligramme im Liter).

1904. Datum	Obere Elbe	Untere Elbe Nord-seite	Mitte	Süd-seite	Durch-schnitt	1905. Datum	Obere Elbe	Untere Elbe Nord-seite	Mitte	Süd-seite	Durch-schnitt
9. September	390,5	355,0	355,0	355,0	355,0	5. September	181,0	177,5	159,7	159,7	165,6
13. „	376,3	362,1	362,1	362,1	362,1	12. „	179,3	193,5	193,5	193,5	193,5
20. „	383,4	381,6	383,4	383,4	382,8	19. „	131,3	153,7	153,7	153,7	153,7
27. „	381,6	378,1	378,1	378,1	378,1	26. „	138,4	152,6	149,1	152,6	151,4
30. „	358,5	—	369,2	—	369,2	3. Oktober..	156,2	142,0	142,0	142,0	142,0
11. Oktober..	337,2	314,2	315,9	315,9	315,2	10. „	142,0	156,2	152,6	154,4	155,6
	Durchschnitt der sechs Tage:						Durchschnitt der sechs Tage:				
	371,2	—	—	—	360,2		154,7	—	—	—	160,3
	Durchschnitt aller Proben: 367,2						Durchschnitt aller Proben: 157,5				

Ältere und neuere Chlorbestimmungen

Da es für manchen Leser nicht ohne Interesse sein wird, einen Einblick in die Schwankungen und Steigerungen des Gehaltes an Chloriden im Elbwasser zu erhalten, gebe ich im folgenden die Zusammenstellung einer Auslese von Chlorwerten, die im Lauf von 53 Jahren bei Hamburg beobachtet wurden. Aus dieser Übersicht sind, außer der bedeutenden, allgemeinen, mit dem Anwachsen der Kaliindustrie zusammenhängenden Zunahme des Chlors, auch noch vorübergehende Steigerungen bemerklich, die wie im Hochsommer 1904 mehrfach mit Perioden niederen Wasserstandes zusammenfallen.

Jahr	Nähere Zeitangabe etc.	Chlor, mg im Liter	Analytiker
1852	1. Juni	23,9	Bischoff
1870	. November	29,7	Reichardt
„	. „	18,5	„
1871	15. September	59,3	Ulex
1875	19. Juli	35,5	Gilbert
„	29. „	85,2	Schorer
„	31. August	54,6	Gilbert
„	3. Dezember	20,3	Wibel
„	. September	43,1	Erdmann
1887	Anfangs März	99,4	Wibel
„	14. April	42,6	„
„	27. Mai vorm. 8 Uhr 35,4, nachm. 4 Uhr	39,0	„
„	29. Juni „ 8 „ 81,5, „ 4 „	77,9	„

Jahr	Nähere Zeitangabe etc.	Chlor, mg im Liter	Analytiker
1887	30. Juli vorm. 8 Uhr und nachm. 4 Uhr	116,9	Wibel
1888	7. Mai 36,1 — 12. Oktober	106,7	Wohlwill
1889	5. April 23,3 — 2. September	218,4	„
1890	7. Febr. 30,5 — 15. August	198,1	„
1891	16. März 31,2 — 2. November	217,8	„
1892	11. Febr. 55,8 — 27. Juni 213,5 — 30. Juli...	483,0	„
„	8. August........................	461,0	Langfurth
„	16. Sept. 495,3 — 17. Sept. 513,3 — 18. Sept.	383,0	Wohlwill
„	19. Sept. 384,3 — 20. September	239,1	„
1893	2. Jan. 259,5 — 25. Januar	693,1	„
„	4. März 52,1 — 15. August................	605,1	„
1900	Mai bis Dezember in 76 Proben, Schwankungen von	99,4—353,2	Volk
1902	15. April 25 Proben von verschiedenen Stellen, Schwankungen von..................... .	81,6—106,5	„
1904	9. September bis 11. Oktober 34 Proben mit Schwankungen von	314,2—390,5	„
1905	5. September bis 10. Oktober 36 Proben mit Schwankungen von.......	131,0—193,5	„

II. Die qualitative Untersuchung des Planktons.

Bevor die Ergebnisse dieses Abschnittes der Untersuchungen näher besprochen werden, ist es notwendig darauf hinzuweisen, daß, wie auch schon früher von mir hervorgehoben wurde (198 p. 80), im sogenannten Potamoplankton[1]) immer nur ein Teil der im Strome frei schwimmend beobachteten Tier- und Pflanzenarten als echte Planktonorganismen anzusprechen sind, d. h. als solche Organismen, die schon in weit zurückliegenden Generationen die Befähigung zu einem rein pelagischen oder limnetischen Schwebedasein erworben haben. Echtes Plankton.

[1]) Es handelt sich hier durchaus nicht um eine spezifische Genossenschaft von Schwebewesen, wie das Wort „Potamoplankton" (218) zu bedeuten scheint, weil alle bisher im fließenden Wasser gefundenen Planktonwesen auch Bewohner des stehenden Wassers sind; in diesem haben wir ihre hauptsächlichen Brutstätten, selbst für die Mehrzahl der im Strom vorhandenen Individuen, zu suchen. Ein klassisches Beispiel hierzu bietet die quantitative Verteilung von Bosmina longirostris cornuta in unserem Arbeitsgebiet, wo in den Becken von Grasbrook-, India- und anderen Häfen die eigentliche Heimat des Planktonkrebschens liegt, aus der es, hauptsächlich durch Ebbeströmung, in verhältnismäßig bescheidenen Massen der unteren Elbe zugeführt wird, während es oberhalb des eigentlichen Flutgebietes nur noch in ganz geringen Mengen vorkommt, die aus weiter oberhalb gelegenen stillen Buchten (Buhnenwinkeln), Prielen, Altwässern etc. herausgespült sind. Ähnliches hat weiter stromaufwärts SCHORLER

Zufällige Planktongenossen.

Im Meere sowohl wie in den stehenden Binnengewässern mit freiem Wasserspiegel wird man nur nach jeder größeren mechanischen Störung der Wassermassen, also nach stürmischem Wetter, zwischen den ständigen Schwebebewohnern des freien Wassers auch zahlreiche Fremdlinge aus der Uferzone und vom Grunde finden, welche durch die Wasserbewegung losgerissen oder aus ihren angestammten Wohnstätten fortgetrieben wurden. Bei dem geringen Unterschied ihres spezifischen Gewichtes von dem des Wassers bleiben diese auf „die hohe See“ verschlagenen Ufer- und Grundbewohner erst noch einige Zeit in schwebendem Zustand, indessen müssen sie nach eingetretener Beruhigung des Wassers doch wieder zu Boden sinken, weil sie nicht die zum dauernden Planktonleben geeignete Organisation besitzen.

Buchten, Altwässer etc

Eine ungleich wichtigere Rolle als in nur durch Wind und Wellenschlag zeitweilig aufgerührten Gewässern spielen die soeben charakterisierten Organismen dagegen im dauernd bewegten Wasser, in nicht zu langsam fließenden Bächen, in Flüssen und Strömen, deren oft lebhaft dahingleitende Fluten vielfach auch an geschützten ruhigeren Stellen, Buchten, Altwässern, Prielen usw. vorüberziehen. Infolge mancherlei Zufälligkeiten dringt hier die Wasserbewegung zuweilen selbst in die stillsten Uferwinkel, die vielfach als Brutstätten einer reichen mikroskopischen Lebensgemeinschaft zu gelten haben. Dann werden an solchen Örtlichkeiten nicht nur viele zwischen dem Pflanzenwuchs und im Schlamm des Bodens frei lebende Wurzelfüßer, Geisel- und Wimperinfusorien, Rädertiere, Würmer, Kruster und Insektenlarven durch die Strömung weggeschwemmt, sondern auch manche auf irgend einer Unterlage festgewachsene Vertreter derselben Tiergruppen, wie einige Mastigophoren, zahlreiche Vorticellen, Suctorien, Rhizoten und Bryozoën, die nun, losgerissen, für den Rest ihres Daseins zu einem ihnen sonst fremden Wanderleben verurteilt sind, dem nur wenige wieder entrinnen, wenn sie durch die Gunst des Zufalls aufs neue in eine stille Bucht geraten und hier zu Boden sinken oder an Pflanzen hängen bleiben. Im freien Strom gelangen diese Geschöpfe vor ihrem Tode nicht mehr zur Ruhe, und daher kommt es, daß recht viele von ihnen, und zwar zuweilen in großen Mengen, als dauernde Reisekameraden der echten

bei Dresden beobachtet (166, p. 21, 22). In Erwägung aller Verhältnisse muß man sogar eine durch Formenvariation zum Ausdruck kommende Anpassung an das fließende Wasser bezweifeln, weil naturgemäß in einem Strom selbst die ihm in seinem obersten Lauf zugeführten Einzelwesen sich zwar noch zum Teil auf der Talreise vermehren, mit Eintritt in den stärkeren Salzgehalt des Brackwassergebietes aber rettungslos samt allen unterwegs erzielten Nachkommen zugrunde gehen. Anders freilich ist es mit den im Tidengebiet heimisch gewordenen Organismen, wie z. B. Eurytemora affinis, deren Urheimat das Meer ist.

Planktonten beobachtet werden, als welche sie dann in der ihnen ursprünglich fremden Genossenschaft zweifellos wichtige biologische Werte darstellen können.

Dasselbe, was hier von Tieren verschiedenster Ordnungen gesagt wurde, gilt auch von vielen Vertretern des Pflanzenreichs, hauptsächlich von sonst seßhaften Algen und Pilzen, die ebenfalls recht oft zu unfreiwilligen und dabei doch biologisch wichtigen Genossen ihrer planktonischen Verwandten werden, während dauernd schwimmende und losgerissene Wasserpflanzen höherer Organisation, Phanerogamen und Gefäßkryptogamen — abgesehen von Teichen, Tümpeln und stagnierenden Wassergräben — höchstens im engen Bachbett einmal zu einer gewissen Einwirkung auf die biologischen Verhältnisse desselben gelangen können.

Außer den beiden Gruppen der echten Planktonwesen und den im fließenden Wasser daneben dauernd auftretenden Planktongenossen ist noch eine dritte Gruppe zu nennen, welche wir als die Gruppe der Planktongäste bezeichnen wollen. Darunter sind solche Organismen zu verstehen, die entweder als echte Parasiten oder nur als Epöken in oder auf den Körpern echter Planktontiere und -pflanzen leben, wie z. B. in der Elbe Ascosporidium Blochmanni in Synchaeten und verschiedenen Brachionen, ein ähnliches Sporozoon in Schizocerca, dann verschiedene Vorticellen auf Planktonalgen, ferner Opercularien, Zoothamnien und andere Ciliaten auf Eurytemora affinis, Cyclops-Arten und Bosmina longirostris cornuta, das Rädertier Notommata parasita in Volvoxkolonien und endlich Würmerlarven in verschiedenen Copepoden etc. Wenn wir von Ascosporidium Blochmanni absehen, das zuweilen unter dem Bestande von Brachionus pala und B. amphiceros Verheerungen anrichtet, ist den Vertretern dieser Gruppe, wenigstens hier in der Elbe, kein irgendwie merklicher Einfluß auf die allgemeinen biologischen Verhältnisse einzuräumen, da sich ihre Individuenzahl immer nur in bescheidenen Grenzen hält. Planktongäste

Eine Trennung der Planktongenossen von den echten Planktonten konnte bei unseren Untersuchungen schon deshalb nicht vorgenommen werden, weil die Lebensweise vieler dieser Organismen überhaupt noch nicht genügend bekannt ist, und wir daher oft genug in Verlegenheit kommen würden, welcher der beiden Gruppen wir im Einzelfall ein Tier oder eine Pflanze zuweisen sollen.

Außer den lebenden Organismen finden sich im Auftrieb bewegter Gewässer stets auch mehr oder weniger große Mengen von Trümmern abgestorbener Pflanzen und Tiere, die als organischer Detritus bezeichnet werden und — gemischt mit aufgewühlten und in der Strömung dahintreibenden Gesteinstrümmern (Ton und Sand) das Pseudo- Pseudoplankton

plankton bilden. Dieses Pseudoplankton, das im stehenden Wasser der Teiche und Seen nur eine ganz untergeordnete Rolle spielt, kann bei Stromuntersuchungen, besonders wenn oberhalb einer Fangstelle Baggerarbeiten im Gange sind, durch sein massenhaftes Auftreten recht störend wirken und die mikroskopische Planktonanalyse wesentlich erschweren.

Nach diesen zum besseren Verständnis der Sachlage nicht ganz unwichtigen Bemerkungen wenden wir uns nunmehr den Qualitativ-Untersuchungen und deren Ergebnissen selbst zu.

Qualitative Planktonfänge

Das qualitative Untersuchungsmaterial wurde in der allgemein bekannten Weise mit Hilfe sogenannter Planktonnetze aus feinster Müllergaze gesammelt und zum Teil in dreiprozentigem Formalinwasser konserviert, zum Teil am Leben erhalten und lebend untersucht. Unerläßlich ist die Untersuchung intra vitam bei solchen Tieren, welche im Tode unkontrollierbare Veränderungen erleiden, sei es durch direkt destruierende Einwirkung des Konservierungsmittels auf die Formelemente der Organismen, sei es dadurch, daß diese sich im Augenblick der Berührung mit dem ungewohnten Medium in Schreck- und Schutzstellungen zusammenziehen, durch die jede charakteristische Körperform bis zur Unkenntlichkeit entstellt wird. Hierher gehören in erster Linie gerüst- und gehäuselose Protozoen sowie auch recht viele Rädertiere, deren Bestimmung stets mit möglichster Beschleunigung vorzunehmen war, während die meisten Planktonalgen, die beschalten Rhizopoden, die Heliozoën, die meisten mit einer festen Hülle versehenen Rädertiere sowie endlich alle Copepoden und Cladoceren zumeist im konservierten Zustand untersucht wurden.

Zu Tabelle I.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in der Tabelle I[1]) übersichtlich geordnet, und zwar derart, daß vor dem Namensverzeichnis, nach Jahrgängen geschieden, die Fangstellen und hinter der Namenfolge, ebenfalls nach den beiden Jahren getrennt, die Fangtage angegeben sind. Kreuze in den Kolonnen zeigen an, daß das auf gleicher Linie genannte Lebewesen an der Fangstelle und an dem Fangtage, welchen die bekreuzte Kolonne entspricht, gefunden wurde. Das Fehlen von Kreuzen bedeutet indessen nur, daß hier die betreffende Art an der fraglichen Stelle bezw. dem betreffenden Tage nicht beobachtet ist, ohne daß deshalb ihr gänzliches Fehlen in dem entsprechenden Fang behauptet werden könnte, da ja unterm Mikroskop doch immerhin nur ein Bruchteil der wirklich erbeuteten Massen zur Beobachtung kommt.

[1]) Zur Bestimmung des Pflanzenplanktons wurden hauptsächlich die im Literaturverzeichnis p. 92 bis 100 unter Nr. 11, 17, 19, 42, 43, 61, 62, 90, 91, 121, 159, 192 und 210, zur Bestimmung der Tiere die unter Nr. 5, 16, 18, 23, 24, 26, 27—32, 44, 45, 55, 60, 97, 99, 100, 114, 117, 129—132, 140—142, 145—148, 152, 156—158, 178—183, 193 und 202 aufgeführten Monographien und Sammelwerke benutzt.

Das gilt für alle selteneren Komponenten des Planktons, insbesondere auch für die pflanzlichen Organismen, für welche ja die Elbe eine fast unerschöpfliche Fundgrube zu sein scheint. Sind doch selbst nach gewissenhaftester Bearbeitung gelegentlich immer noch neue Arten zum Vorschein gekommen. Darum ist es begreiflich, daß unsere Verzeichnisse, mit Einschluß der früher veröffentlichten, durchaus nicht Anspruch darauf erheben können, ein abgeschlossenes Bild dieses Teils der Flora und Fauna der Elbe bei Hamburg zu geben.

Trotzdem aber lassen sich aus der Zahl der Kreuze vor und hinter den Namen doch ganz wertvolle Schlüsse bezüglich der Verteilung und der Häufigkeit des Vorkommens einer Art oder Abart ziehen.

Im Verlauf der beiden kurzen Fangperioden der Jahre 1904 und 1905 wurden in 92 Fängen alles in allem 667 Pflanzen- und 308 Tierformen nachgewiesen, nämlich

207	Chlorophyceen,	davon	1904	:	159	und	1905	:	149
292	Bacillariaceen,	„	„		315	„	„		280
1	Rhodophycee,	„	„		1	„	„		—
65	Schizophyten,	„	„		47	„	„		53
2	Wasserpilze,	„	„		2	„	„		1
15	Rhizopoden,	„	„		15	„	„		5
5	Heliozoën,	„	„		4	„	„		3
30	Mastigophoren,	„	„		26	„	„		19
108	Ciliaten,	„	„		99	„	„		47
16	Suctorien,	„	„		16	„	„		7
107	Rotatorien,	„	„		79	„	„		86
27	Kruster,	„	„		17	„	„		20

Es stehen hier 524 Pflanzen und 256 Tiere im „Trockenjahr“ 1904 der geringeren Formenzahl von 483 Pflanzen und 187 Tieren aus dem „Normaljahr“ 1905 gegenüber, wobei der größere Formenreichtum des Jahres 1904 bei den Pflanzen durch die Bacillariaceen, bei den Tieren durch die Ciliaten herbeigeführt wurde.

Qualitative Verteilung.

Bezüglich der qualitativen Verteilung der im Plankton nachgewiesenen Organismen auf die beiden Fangstationen hat sich herausgestellt, daß in beiden Jahren der Reichtum an Pflanzenformen in den Fängen aus der Unterelbe erheblich größer erschien, als der von der oberen Fangstation, während in letzterer die Tierformen gegenüber denen des Unterelbplanktons — freilich in viel geringerem Grade — vorwalten. Die charakteristische Formenfülle des unterelbischen Pflanzenplanktons war demnach so bedeutend, daß sie sogar trotz des Ausfalles im Zooplankton noch zu einem etwas größeren Formenreichtum für das Gesamt-

plankton der Unterelbstation geführt hat. Wie aus nachfolgender Gruppenzusammenstellung ersichtlich wird, stehen 1904 den 405 Pflanzen und 166 Tieren aus dem Schulauer Revier 340 Pflanzen und 208 Tiere von der Gabelung der Norder- und Süderelbe gegenüber. 1905 zeigte das Plankton der unteren Station 425 Pflanzen und 126 Tiere, während sich zur selben Zeit neben 140 Tieren nur 276 Pflanzenformen von der oberen Fangstelle feststellen ließen. Nach Gruppen verteilt enthielten die Fänge

	1904		1905	
	in der oberen Elbe	in der unteren Elbe	in der oberen Elbe	in der unteren Elbe
Chlorophyceen	124	116	103	127
Bacillariaceen.....	187	246	140	251
Rhodophyceen	1	—	—	—
Schizophyten	27	42	33	46
Wasserpilze	1	1	—	1
Rhizopoden	15	3	5	4
Heliozoën	4	1	1	1
Mastigophoren	22	17	13	8
Ciliaten	70	71	28	35
Suctorien.........	9	12	5	6
Rotatorien	75	50	76	56
Kruster	13	12	12	16

Während von den überhaupt im Plankton der beiden Fangperioden nachgewiesenen 975 Arten und Abarten viele nur oberhalb, noch mehr nur unterhalb der Städte Hamburg und Altona angetroffen wurden, fand sich der verhältnismäßig größte Formenreichtum, nämlich 338 Pflanzen und 152 Tiere, an beiden Fangstationen zugleich, und zwar

in beiden Jahren zusammen

124	Chlorophyceen,	davon 1904 :		81	und 1905 :		82
178	Bacillariaceen,	„	„	119	„	„	110
35	Schizophyten,	„	„	22	„	„	26
1	Wasserpilz,	„	„	1	„	„	—
6	Rhizopoden,	„	„	3	„	„	4
2	Heliozoën,	„	„	1	„	„	—
18	Mastigophoren,	„	„	12	„	„	6
49	Ciliaten,	„	„	41	„	„	16
5	Suctorien,	„	„	5	„	„	4
62	Rotatorien,	„	„	46	„	„	46
10	Kruster,	„	„	8	„	„	8

Im ganzen Gebiet beobachtete Organismen.

Von diesen sowohl bei Gauert wie auch bei Schulau beobachteten Formen dürfen wir diejenigen, welche beiderseits ständig und in größerer Zahl auftreten, ohne Frage als dem ganzen Stromabschnitt angehörig betrachten, dessen Grenzen durch die beiden Fangstationen bezeichnet werden. Dazu sind wir noch besonders bei solchen Arten und Abarten berechtigt, deren Anwesenheit bereits durch unsere Untersuchungen in den Jahren 1899 bis 1902 auch für die Mitte der Strecke, das Hafengebiet, festgestellt wurde. Typisch für diesen Teil des Stromes scheint das Zusammenleben der im Plankton beobachteten Pflanzen und Tiere des nachstehenden Verzeichnisses zu sein, von welchen nur die wenigen mit einem Stern bezeichneten in der Zeit von 1899—1900 nicht gefunden sind.

Chlorophyceen:

Scenedesmus acuminatus[1].
„ bijugatus[2].
„ hystrix.
„ obliquus.
* „ opoliensis.
„ quadricauda.
Coelastrum cubicum.
„ sphaericum.
Pediastrum Boryanum.
„ duplex.
„ tetras.
Rhaphidium polymorphum.
Kirchneriella lunaris.
Actinastrum Hantzschii.
Tetraëdron caudatum (1900).
„ minimum.
Sphaerocystis Schröteri (1900).
Staurogenia multiseta.
„ rectangularis.
„ Schröderi (1900).
Dictyosphaerium Ehrenbergianum.
„ pulchellum.
Tetracoccus botryoides.
Richteriella botryoides.
Oocystis Naegelii.
„ Novae Semljae.

Bacillariaceen:

Navicula cryptocephala.
„ gregaria.
„ hungarica.
„ rhynchocephala.
Amphora ovalis.
Cocconeïs pediculus.
„ placentula.
Nitzschia acicularis.
„ linearis.
„ obtusa.
„ palea.
„ sigma.
„ sigmoidea.
„ subtilis.
Suriraya biseriata.
„ calcarata.
„ ovalis.
Cymatopleura elliptica.
Campylodiscus hybernicus.
Diatoma elongatum.
Synedra actinastroides.
„ acus.
„ ulna.
Asterionella formosa.
Fragillaria capucina.
„ construens.
„ crotonensis.

[1]) 1899 aufgeführt als Scelenastrum aciminatum.
[2]) 1899 „ „ Scenedesmus obtusus.

Rhaphoneïs amphiceros.
Denticella rhombus.
Aulacodiscus Argus.
Stephanodiscus Hantzschii.
Coscinodiscus apiculatus[1]).
„ subtilis.
Melosira Binderiana[2]).
„ distans (1900).
„ granulata.
„ italica[3]).
Cyclotella Meneghiniana.
„ striata.
Actinoptychus splendens.

Schizophyta:

Microcystis flos aquae.
* „ pallida,
„ reticulata.
Clathrocystis aeruginosa.
Coelosphaerium Kützingianum.
Cladothrix dichotoma.
Rhabdoderma lineare.
Oscillatoria chalybaea.
Aphanizomenon flos aquae.

Rhizopoda:

Arcella vulgaris.
Cyphoderia margaritacea

Heliozoa:

Actinophrys sol.
Actinosphaerium Eichhornii.

Mastigophora:

Anthophysa vegetans.
Bodo globosus.
Euglena deses.
„ oxyuris.
„ viridis.
Phacus longicaudus.
Peranema trichophorum.
Synura uvella.
Pandorina morum.
Eudorina elegans.
Volvox aureus.

Ciliata:

Enchelys pupa.
Lacrimaria lagenula.
„ olor.
Prorodon ovum.
„ teres.
Coleps hirtus.
Lionotus fasciola.
Colpoda cuculeus.
Colpidium colpoda.
Paramaecium aurelia.
Stentor coeruleus.
„ polymorphus.
„ Roeselii.
Arachnidium sulcatum.
Codonella lacustris.
Tintinnidium fluviatilis.
Euplotes patella.
Stylonychia mytilus.
Aspidisca costata.
„ lynceus.
Vorticella alba.
„ campanula.
„ longifilum.
„ microstoma.
„ minuta.
„ nebulifera.
Carchesium polypinum.
Zoothamnium arbuscula.
Epistylis flavicans.
„ plicatilis.
Cothurnia crystallina.

[1]) 1899 aufgeführt wahrscheinlich mit unter Coscinodiscus radiatus.
[2]) 1899 „ als Melosira crenulata Binderiana.
[3]) 1899 „ mit als Melosira crenulata.

Suctoria:
Metacineta mystacina.
Staurophrya elegans.
Podophrya spec.?
Acineta grandis.

Rotatoria:
Philodina macrostyla.
" megalotrocha.
Rotifer vulgaris.
Asplanchna Brightwellii.
" priodonta.
Synchaeta pectinata.
" tremula.
Polyarthra platyptera.
Triarthra breviseta.
" longiseta.
Mastigocerca capucina.
" stylata.
" spec.?
Coelopus porcellus.
Catypna luna.
Monostyla bulla.
" lunaris.
Pompholyx sulcata.
Brachionus angularis.
" Bakeri.
" pala.
" " amphiceros.
" spec.?
" quadratus.
" rubens.
" urceolaris.
Schizocerca diversicornis.
Anuraea aculeata.
" cochlearis.
" tecta.
" hypelasma.
Notholca acuminata.
" striata.
Gastropus hyptopus.

Crustacea:
Cyclops viridis.
Eurytemora affinis[1]).
Bosmina longirostris cornuta.
Lynceus rectangulus.
" rostratus.
Chydorus sphaericus.

Ausschließlich in den Fängen aus der oberen Elbe wurden beobachtet, und zwar

Nur in der Oberelbe beobachtet

in beiden Jahren zusammen

38	Chlorophyceen,	davon	1904	:	34	und	1905	:	14
48	Bacillariaceen,	"	"		36	"	"		17
1	Rhodophycee,	"	"		1	"	"		—
7	Schizophyten,	"	"		3	"	"		5
1	Wasserpilz,	"	"		1	"	"		—
10	Rhizopoden,	"	"		10	"	"		1
3	Heliozoën,	"	"		2	"	"		1

[1]) Eurytemora affinis ist zwar 1904 viermal in wenigen und 1905 am 5. September in einem jugendlichen Exemplar bei Gauert gefangen worden, doch kann man diesen wirtschaftlich wichtigsten Krebs des unteren Elbgebiets, wo er in ungeheuren Scharen vorkommt, hier oben nur als gelegentlichen Gast, nicht aber als eingebürgert ansehen, wenigstens habe ich ihn immer nur vereinzelt angetroffen. Daher kommt es auch, daß er in der Rubrik „Obere Elbe" der quantitativen Haupttabelle gänzlich fehlt.

11	Mastigophoren,	davon	1904	: 8	und	1905	:	6
28	Ciliaten,	„	„	26	„	„		4
4	Suctorien,	„	„	4	„	„		—
39	Rotatorien,	„	„	21	„	„		26
8	Kruster,	„	„	4	„	„		4

Also von im ganzen 95 pflanzlichen und 103 tierischen Organismen fanden sich 75 der ersteren und 75 der letzteren in den Fängen von 1904 gegen 36 und 42 in 1905.

Nur in der Unterelbe beobachtet.

Dagegen konnten als nur im Material der Unterelbstation vorkommend 230 Pflanzen- und 57 Tierformen, nämlich 1904 : 146 Pflanzen und 41 Tiere, 1905 : 143 Pflanzen und 27 Tiere, festgestellt werden, die der oberen Elbe nach unseren seitherigen Untersuchungen — jedoch immer mit der auf Seite ausgesprochenen Einschränkung — fehlen. Es waren in beiden Jahren zusammen

50	Chlorophyceen,	davon	1904	: 23	und	1905	:	27
156	Bacillariaceen,	„	„	111	„	„		99
23	Schizophyten,	„	„	11	„	„		16
1	Wasserpilz,	„	„	1	„	„		1
3	Mastigophoren,	„	„	2	„	„		1
32	Ciliaten,	„	„	26	„	„		11
7	Suctorien,	„	„	7	„	„		2
7	Rotatorien,	„	„	2	„	„		6
8	Kruster,	„	„	4	„	„		6

Untere Grenze des Oberelbplanktons wenig ausgeprägt.

Von den bei diesen Untersuchungen nur an der oberen Station beobachteten Planktonten wurden übrigens schon in den Jahren 1899—1902 verschiedene auch im Hamburger Hafengebiet beobachtet, und es unterliegt keinem Zweifel, daß bei weiterer Bearbeitung des 1904 und 1905 gesammelten Unterelbmaterials in diesem, wenn auch nur vereinzelt, noch manche der für die Oberelbe charakteristischen Formen zu finden sein werden. Vom Gros dieser Gruppe können wir indessen annehmen, daß die ihr zugehörigen Formen zwar noch in größerer Nähe ihrer in Prielen und Buchten des oberen Gebiets befindlichen Brutstätten, aber nicht mehr 32 Kilometer abwärts im Strom die ihnen zusagenden Lebensbedingungen finden, wenn schon manche von ihnen noch lebend durch das zu Tal fließende Wasser bis hierher getragen werden.

Tidenwirkung.

Es ist nötig, an dieser Stelle wiederholt darauf hinzuweisen, daß in unserem Untersuchungsgebiet das Wasser der Elbe sich nicht, wie weiter stromaufwärts, in einfacher und gleichmäßiger Talströmung befindet, sondern daß es im Wechsel der Gezeiten regelmäßig zweimal in

vierundzwanzig Stunden gestaut und in der Gegend von Schulau, zum Teil bis zu 15 Kilometer, bei starkem Gegenwind auch noch weiter, zurückgetrieben wird. Aus diesem Grunde gebraucht das Wasser von unserer oberen Fangstelle, besonders in Perioden stärkerer westlicher Winde, eine Reihe von Tagen zur Reise bis zur unteren Station, jedenfalls Zeit genug zum Ausleben und Absterben vieler ohnedies nicht sehr langlebiger Organismen, denen die veränderten Verhältnisse nicht zusagen.

Obere Grenze des Unterelbplanktons schärfer ausgeprägt

Wesentlich anders wie bei den Bewohnern des Oberelbgebietes liegen die Umstände für die an Formenzahl reicheren Vertreter der Flora und auch der weniger reichen Fauna im Plankton der Elbe bei Schulau, die nur in den Fängen aus dieser Gegend zur Beobachtung gekommen sind. Von ihnen wird selbst durch eine Sturmflut kein Stück bis zur Trennung von Norder- und Süderelbe getragen werden.

Beschränkte Anpassung, Verschleppung.

Wenn wir trotzdem einige zweifellos für die untere Elbe charakteristische Formen auch in beschränkter Zahl bei der oberen Station finden, so dürften sie ursprünglich durch irgend einen der bekannten, zur Verbreitung von Pflanzen und Tieren beitragenden Zufälle dorthin gelangt sein. Einige von ihnen scheinen sich dann im Lauf der Zeit den Lebensbedingungen dieser Örtlichkeit angepaßt zu haben, wenn sie auch vorläufig noch als bescheidene Kolonisten zwischen der überwältigenden Mehrheit der altangesessenen Bevölkerung eine untergeordnete Stellung einnehmen, während andere offenbar nur als wieder verschwindende Gäste anzusehen sind.

Für einzelne bei den Untersuchungen des Oberelbplanktons auftauchende Arten ist es aber für mich nicht zweifelhaft, daß sie durch einen erst vor kurzem eingetretenen Zufall, ja vielleicht infolge direkter Übertragung durch die Fanggeräte in den betreffenden Fang gekommen sind. Denn wenn auch jedesmal unmittelbar vor dem Gebrauch Netze, Schläuche und Planktonpumpe ebenso wie die Aufbewahrungsgläser mit dem Wasser der Fangstelle durchgespült werden, so läßt sich doch für absolute Reinheit dieser Gegenstände keine Gewähr leisten, weil sich trotz aller Sorgfalt in irgend einem Winkelchen der Geräte das eine oder andere Geschöpf verstecken und als blinder Passagier nach der nicht sehr langen Reise noch lebend in einen Fang geraten kann, in den es von Rechts wegen nicht gehört. Dieses Schicksal hatte z. B. ein lebendes Exemplar des marinen Triceratium favus, das im Oberelbplankton vom 9. September 1904 mit einigen Exemplaren des ebenfalls marinen Coscinodiscus concinnus Jonesianus zusammen beobachtet wurde. Leere Schalen von Triceratium finden sich in großer Zahl zwischen Schulau und Blankenese, weiterhin nicht selten im Hafengebiet und auch noch, jedoch immer seltener werdend, oberhalb desselben, soweit aus diesem

Teil des Stromes durch die Flut noch Wasser aufwärts getrieben wird; aber von Exemplaren mit Chromatophoren sind selbst im Plankton von Schulau nur wenige erbeutet worden, und darum ist ein normales Vorkommen bei Gauert mehr als unwahrscheinlich.

Dagegen war Coscinodiscus concinnus Jonesianus zusammen mit dem ebenfalls ursprünglich marinen C. subtilis 1904 die dominierende Diatomacee der Schulauer Station, von welcher er sich 1905 bis auf einen bescheidenen Rest wieder stromabwärts — bildlich gesprochen — zurückgezogen und dem C. subtilis wieder die gewohnte Oberherrschaft in dieser Gegend überlassen hatte.

Vordringen von Brackwasserformen im Jahre 1904

Mit dem vorübergehend massenhaften Auftreten von Coscinodiscus concinnus Jonesianus und dem ebenfalls nur vorübergehenden Erscheinen einer ganzen Reihe anderer ausgesprochen mariner bezw. Brackwasseralgen, sowie des gleichfalls dem Brackwasser der Elbmündung angehörigen Wimperinfusors Pyxicola curvata, welcher in keinem der Unterelbfänge von 1905 wieder gefunden wurde, war für das wasserarme Jahr 1904 ein unverkennbares Vordringen von lebenden Brackwasserbewohnern bis zu einer Stelle bewiesen, an welcher zur selben Zeit durch chemische Chlorbestimmungen ein Vordringen des Brackwassers selbst nicht zu ermitteln gewesen ist.[1])

Dauernde Anpassung

Während eine eingehende Darlegung der Anpassung von Tieren und Pflanzen in dem Übergangsgebiet der Unterelbe vom Süßwasser zum Meere (und umgekehrt), mit deren Studium wir schon seit längerer Zeit beschäftigt sind, späteren Veröffentlichungen vorbehalten bleiben muß, will ich hier nur noch kurz die Tatsache hervorheben, daß die Unterelbe reich ist an ursprünglich marinen Formen, die sich im Laufe der Zeit auch dem Leben im Süßwasser vollkommen angepaßt haben, und zwar derart, daß man manche von ihnen ebenso häufig im Hamburger Hafengebiet wie im salzreichen Wasser weit unterhalb des Kaiser Wilhelm-Kanals antrifft.

Ob hierbei der im Vergleich zu anderen deutschen Flüssen abnorm hohe, erst seit dem Emporblühen der Montanindustrie des Saalegebiets in den letzten Dezennien der Elbe jahrein, jahraus zugeführte Salzgehalt (85—89, 149 und 212, vgl. auch p. 14—17) ganz ohne Einfluß geblieben ist, läßt sich heute nicht mehr mit Sicherheit ermitteln, weil vor dieser

[1]) Vorläufig muß es unentschieden bleiben, ob es sich bei Pyxicola curvata, Triceratium favus und einigen anderen lebend gefangenen Brackwasserorganismen, deren allgemeine Anpassung wie bei Coscinodiscus noch nicht nachgewiesen ist, um Anfänge einer Anpassung an das Süßwasser handelt, oder ob wir es nur mit Überbleibseln aus einer kürzlich voraufgegangenen stärkeren Flut zu tun haben, durch die vorübergehend salzreicheres Wasser mit seinen charakteristischen Bewohnern bis zur Fangstation gekommen war.

Zeit, als aus dem oberen Flußlauf noch Wasser mit geringem Salzgehalt (18,5—25 Milligr. Chlor im Liter, vgl. Tabelle p. 16), der Nordsee zuströmte, umfangreichere biologische Studien noch nicht in dem kritischen Stromabschnitt gemacht wurden.

Erwähnen muß ich an dieser Stelle noch das gemeinsame Auftreten des ursprünglich marinen Coscinodiscus subtilis mit der im Süßwasser heimischen Melosira granulata Jonsensis in unseren Fängen.[1]) Stets sind sie — und zwar meistens in großer Individuenzahl — vergesellschaftet, wobei in der oberen Elbe Melosira, bei der unteren Fangstelle Coscinodiscus vorwaltet. Beide zusammen geben dem Wasser dann einen charakteristischen olivbräunlichen Farbenton, der von Laien öfter als „Elbschmutz" bezeichnet wird. Diese Farbe tritt besonders auffallend hervor, wenn, wie ich auf meinen früheren Fangfahrten mehrfach beobachtet habe, überwältigende Massen von Coscinodiscus in der Elbe vom Hafengebiet abwärts das Phänomen einer düsteren Wasserblüte hervorbringen. In schwächerem Grad kann man zeitweise derartiges auch im oberen Teil unseres Gebiets bemerken, doch wird hier die Erscheinung in der Hauptsache durch Melosira bewirkt, während Coscinodiscus nur wenig dabei beteiligt ist.

Vergesellschaftung von Salz- und Süßwasseralgen.

Wasserblüte.

Eine andere bemerkenswerte Erscheinung bildete im Jahre 1904 — und zwar ebensowohl in dem aus dem oberen Flußlauf zuströmenden „Reinwasser" weit oberhalb der Hamburg-Altonaer Sielwassereinwirkung, wie auch unterhalb der Städte — das häufigere Auftreten von Saprophyten und Saprozoën, d. h. also von Organismen, welche in stark mit organischen (fäulnisfähigen) Stoffen belastetem Wasser mehr oder weniger üppig gedeihen, nebenbei aber auch in reinerem Wasser noch ihr Fortkommen finden (vgl. 75, 76, 79, 94, 109—112, 114, 163, 165, 167). Ganz besonders mußte im genannten Jahr die größere Arten- und Individuenzahl der Wimperinfusorien auffallen, während die übrigen Protozoën und Protophyten die entsprechenden Mengen von 1905 kaum übersteigen. Weder in den nach Hunderten zählenden Planktonfängen, die ich in den voraufgegangenen Jahren untersucht hatte, noch in den Vergleichsfängen von 1905 habe ich solche Mengen von Ciliaten, hauptsächlich von Paramaecium und mehr noch

Saprobien.

[1]) Im unteren Diluvialton aus einer Grube von Weningen bei Dömitz, ca. 100 Kilometer oberhalb unserer Fangstelle bei Gauert, finden sich fossile Reste eines ähnlichen Zusammenlebens von Coscinodiscus und Melosira. In Material aus den Sammlungen des Naturhistorischen Museums hat Herr SELK folgende Formen bestimmt: Melosira granulata (EHRB.) RALFS v. spiralis GRUN., M. granulata Jonsensis GRUN., M. decussata (EHRB.) KÜTZING, M. lirata (EHRB.) GRUN., M. moniliformis AG., Coscinodiscus subtilis (?) var. odontophorus GRUN., C. fasciolatus A. S. = C. Normannii GREG, C. Kützingii A. S.

von Stentor coeruleus gesehen wie in den Fängen des Trockenjahres 1904. Das Mehr an Arten geht zur Genüge aus der großen Tabelle I sowie aus den Zusammenstellungen auf Seite 21—26 hervor. Bezüglich des quantitativen Vorkommens ist noch hervorzuheben, daß in den Oberelbfängen entschieden mehr Individuen beobachtet wurden als in denjenigen von der unterelbischen Station.

Nachfolgend habe ich eine Liste der hierher gehörigen bedingungsweise als Abwässerorganismen geltenden Tiere und Pflanzen (114 p. 540—3 und p. 547) samt ihrem Vorkommen zusammengestellt, die sicherlich noch erweitert werden könnte, wenn wir über die biologischen Verhältnisse vieler der in unseren Fängen festgestellten Lebewesen besser unterrichtet wären.

	1904.		1905.	
	obere Elbe	untere Elbe	obere Elbe	untere Elbe
Chlorophyceae:				
Chlosterium acerosum	—	—	·	·
„ Leibleinii	—	—	×	·
„ moniliferum	—	—	×	—
Bacillariaceae:				
Navicula cuspidata	×	—	×	·
„ viridis	×	×	×	×
Pleurosigma attenuatum	—	×	×	×
Cymbella cistula	×	—	—	—
Encyonema ventricosum	×	×	—	×
Amphora ovalis	×	×	×	×
„ pediculus	—	×	×	—
Gomphonema constrictum	×	—	—	×
Cocconeïs pediculus	×	×	×	×
„ placentula	×	×	×	×
Nitzschia acicularis	×	×	×	×
„ communis	×	×	—	—
„ palea	×	×	×	×
„ sigmoidea	×	×	×	×
Hantzschia amphioxys	×	—	×	—
Cymatopleura solea	×	×	×	×
„ elliptica	×	×	×	×
Synedra ulna	×	×	×	×
Cystopleura turgida	—	×	—	×
Oscillatoria brevis	—	×	—	—
„ tenuis	×	×	×	—

	1904.		1905.	
Rhizopoda:	obere Elbe	untere Elbe	obere Elbe	untere Elbe
Hyalodiscus guttula	·	—	—	
„ limax	×	×	—	—
Amoeba princeps	×	—	·	
Heliozoa:				
Actinophrys sol	×	×	—	·
Mastigophora:				
Oicomonas termo	×	×	×	
Monas guttula	×		—	—
Anthophysa vegetans	×	—	×	—
Bodo angustatus	×	×	—	—
„ globosus	—	×	×	·
Pleuromonas jaculans	—	—	×	—
Euglena deses	×	×	×	—
„ oxyuris	—	×	×	—
„ viridis	×	×	×	·
Peranema trichophorum	×	×	—	
Polytoma uvella	×	×	×	—
Ciliata:				
Enchelys pupa	×	×	×	×
Urotricha farcta	—	×	—	—
Lionotus fasciola	×	×	·	
Loxophyllum meleagris	×	×	—	—
Chilodon cucullulus	×	×	×	—
„ uncinatus	×	—	—	—
Glaucoma scintillans	—	×	—	×
Colpoda cucullus	×	×	—	—
Colpidium colpoda	×	×	—	—
Paramaecium aurelia	×	×	×	×
„ putrinum	×	×	—	—
Spirostomum ambiguum	×		—	—
„ teres	—	×	—	—
Stentor coeruleus	×	×	×	·
„ polymorphus	×	×	×	×
„ Roeselii	×	×	×	×
Urostyla grandis	—	×	—	—

	1904.		1905.	
	obere Elbe	untere Elbe	obere Elbe	untere Elbe
Oxytricha spec.	—	×	—	—
Stylonychia mytilus	×	—	×	×
Euplotes Charon	×	×	—	—
„ harpa	×	—	—	—
Vorticella alba	×	×	×	
„ campanula.	×	×	×	×
„ communis.	—	×	—	—
„ microstoma	×	×	—	—
„ putrinum	×	×	×	×

Wie man sieht, weist dieses Verzeichnis derjenigen Organismen, welche für Abwasserbeimischung bis zu einem gewissen Grad als „Leitformen“ (75) Berücksichtigung verdienen, für das Jahr 1904 mit 59 Arten gegen 42 in den Fängen von 1905 einen augenfälligen Mehrbestand auf, während die Verteilung auf Ober- und Unterelbe 1904 mit 48 : 49 und 1905 mit 36 : 35 Arten doch eine recht gleichmäßige genannt werden kann.

Katharobien

Übrigens darf nicht unerwähnt bleiben, daß daneben auch einige Algen gefunden wurden, welche ausschließlich als „Organismen des reinsten (Quell-)Wassers“ gelten und angeblich „keinerlei Wasserverunreinigung ertragen können“ (114 p. 544).

Es waren Ceratoneïs arcus 1904 in der oberen, 1905 in der unteren Elbe; Audouiniella chalybaea 1904 und auch schon früher (1899 als Chantransia aufgeführt) in der oberen Elbe; Phormidium autumnale (bei MEZ als Oscillatoria fontana angegeben) in der unteren Elbe.

Selbstverständlich lege ich dem nur spärlichen Vorkommen dieser drei „Leitformen für reinstes Wasser“ keinerlei kritische Bedeutung bei, doch ist der Fall insofern bemerkenswert, als er immerhin zur Warnung davor dienen kann, einzelnen Organismenformen allzu bestimmt nach einer gewissen Richtung hin kritischen Wert beizumessen. Denn so wie die genannten und noch eine Reihe anderer Protisten im allgemeinen zwar typische Bewohner des reinen Wassers [1]) sind und trotzdem — wie unser Befund zeigt — doch auch im Wasser leben können, das größere Mengen gelöster organischer Substanz enthält, so wird gelegentlich auch manche echte Abwasserform in unzweifelhaft reinem Wasser angetroffen. Maßgeblich zur biologischen Beurteilung eines Wassers kann immer nur das Vorkommen größerer Mengen einer solchen

[1]) Von KOLKWITZ und MARSSON als Katharobien bezeichnet (79 p. 47).

kritischen Form und ihre Vergesellschaftung mit anderen Organismen von ähnlicher Lebensweise sein.

Zusammenfassung. Ein Rückblick auf die qualitative Untersuchung des Planktons ergibt als wichstigste Resultate:

1) Die Zahl der Pflanzen- und noch mehr der Tierarten war 1904 im untersuchten Stromabschnitt größer als 1905.

2) Von den Tierarten sind es hauptsächlich die Ciliaten, wohl größtenteils Saprozoën, die 1904 auch in größerer Individuenzahl beobachtet wurden. Die Verteilung der Saprozoënarten auf Ober- und Unterelbe war auffallend gleichmäßig, die größere Massenentfaltung aber fand sich in den Oberelbfängen.

3) Im Jahre 1904 machte sich bei Schulau ein Vorrücken von marinen bezw. Brackwasserformen geltend, die im folgenden Jahr seltener auftraten oder z. T. gänzlich aus den Fängen verschwanden.

III. Die quantitative Untersuchung des Planktons.

Umfang der Bestimmungen.

Die quantitativen Bestimmungen des Zooplanktons erstrecken sich nur auf die Rädertiere und Krebse. Die Protozoen, von welchen fast allein die Wimperinfusorien in größeren Mengen vorhanden waren, mußten dagegen aus dem auf Seite 20 angeführten Grunde unberücksichtigt bleiben. Die Ergebnisse der Zählanalysen sind in den Tabellen II bis V übersichtlich geordnet.

Tabelle II enthält in ihrer oberen Hälfte die Resultate von 1904, in der unteren diejenigen von 1905. In der ersten Rubrik befindet sich ein Namensverzeichnis der gezählten Tiere und Tiergruppen, dann folgen 6 Rubriken für die 6 Fangtage jeder Periode. Jede dieser 6 Rubriken ist nach den beiden Stationen „obere und untere Elbe“ in zwei Hauptkolonnen geteilt, von denen die Kolonne „untere Elbe“ wieder nach den drei Querschnittsfangstellen in die drei Unterabteilungen für Nordseite, Mitte des Fahrwassers und Südseite des Stroms zerfällt. Zwar habe ich alle Arten einzeln gezählt, doch hielt ich es des leichteren Überblicks wegen für angemessen, in den Tabellen II—IV nur die wichtigeren Arten einzeln aufzuführen, die weniger häufigen aber in geeigneten Gruppen zu vereinigen. Die Zahlen sämtlicher Tabellen sind auf den Raummeter Wasser berechnet.

Tabelle III zeigt dieselbe Anordnung wie Tabelle II, jedoch mit dem Unterschied, daß die Zahlen in der Kolonne für die Unterelbe jedesmal die Mittelwerte aus den drei Fängen von Nordseite, Mitte und Südseite angaben.

Tabelle IV zerfällt — abgesehen vom Namensverzeichnis — in zwei Hauptrubriken. In der ersten sind die Mittelwerte aus den Fängen der oberen und der unteren Elbe unter sich getrennt für die beiden Fangperioden gegenübergestellt, in der zweiten werden die Mittelwerte aus allen Fängen von beiden Stationen periodenweise verglichen.

Tabelle V bringt das Resultat aus einem Kontrollfang im Indiahafen vom 10. Oktober 1905 mit getrennter Aufführung der Rotatorienarten und einer besonderen Spezialisierung von Bosmina longirostris cornuta (siehe auch 191 p. 249). Die Tabelle zeigt den großen Planktonreichtum des Hafenbeckens gegenüber dem freien Strom, wie ihn ähnlich SCHORLER (166 p. 22) im König Albert-Hafen bei Dresden beobachtet hat.

Mengenverhältnisse. Bei einer Durchsicht der Tabellen II bis IV wird sofort der ganz erheblich größere Reichtum des Tierbestandes von 1904 gegenüber 1905 auffallen. Tatsächlich übertrifft er, trotz der etwas vorgerückten Jahreszeit, sogar noch die Hochsommerproduktion früherer Jahrgänge (198 p. 133—149). Vergleicht man weiterhin die beiden Hauptgruppen der Tiere in den drei Tabellen, so ergibt sich im quantitativ bearbeiteten Material für 1904 ein besonderes Vorwalten der Rädertiere, 1905 dagegen ein solches der Kruster, letzteres jedoch nur in der Unterelbe. Hier ist im letztgenannten Jahr das Überwiegen der Kruster allerdings so stark gewesen, daß dadurch die Durchschnittsziffer des gesamten Zooplanktons der Unterelbe (2216500) derjenigen der Oberelbe (1466000) überlegen war, während umgekehrt 1904 die Produktion der Oberelbe (4037500) die der Unterelbe (3055500) übertraf. In der Oberelbe blieben die Kruster stets in der Minderzahl, und zwar nicht nur 1904 und 1905, sondern in allen Jahren, in welchen ich die obere Elbe untersucht habe (vergl. 198 die Tabellen 4, 9, 10 und Tafel VI).

Wie weit die verschiedenen Arten am Zustandekommen des Gesamtergebnisses beteiligt sind, geht zwar schon aus dem Inhalt der Tabellen II—IV hervor, doch bedürfen die nackten Zahlen zum Teil noch einer näheren Erläuterung.

I. Die Rotatorien. Die in den beiden Fangperioden beobachteten Arten der Gattungen Floscularia, Oecistes und Conochilus, Philodina, Rotifer und Actinurus, dann Asplanchna, Notommata und andere Illoricaten,

ferner Coelopus, Dinocharis, Catypna, Monostyla, Colurus und Metopidia, Pterodina und Pompholyx, die meisten Brachionusarten, Schizocerca und Notholca wie auch Anapus und Gastropus spielten jede für sich eine so untergeordnete Rolle, daß ihre spezielle Aufzählung in den Tabellen unterbleiben konnte. Auch die Synchaeten, ferner Polyarthra und selbst noch Anuraea cochlearis vermochten die Gesamtzahlen beider Perioden nur wenig zu beeinflussen, während Anuraea tecta schon mehr ins Gewicht fiel, und Triarthra breviseta wie auch Brachionus angularis wenigstens 1904 zu wichtigen Faktoren wurden, dagegen 1905 auffallend zurücktraten. Dominierend war in beiden Perioden, hauptsächlich in der ersten Hälfte der Fangzeit, neben Anuraea hypelasma die Gattung Mastigocerca.

Eine nähere Betrachtung der einzelnen Arten ergibt folgendes. Von den Synchaetaarten, die überhaupt nur in bescheidenen Mengen auftraten, war sowohl in der oberen wie auch in der unteren Elbe S. tremula vorwaltend.

Polyarthra platyptera kam an beiden Örtlichkeiten etwas häufiger vor; bei Schulau, wo sie sogar einmal mit 784 000 Exemplaren im Kubikmeter auftrat, wurde sie überhaupt in größeren Mengen gefangen als oberhalb der Trennung von Norder- und Süderelbe.

Triarthra breviseta, die in früheren Jahren zu den weniger häufigen Erscheinungen gehörte und nur im Hochsommerplankton in zählwürdiger Menge zu finden war, kam in unerwarteter Weise in den Fängen vom 9., 13 und 20. September 1904 aus der Oberelbe und am letztgenannten Tag auch im ganzen Querschnitt der Unterelbe zur Geltung, wo sie an der Südseite mit 1 061 000 Exemplaren im Raummeter beobachtet wurde. Tr. longiseta und Tr. mystacina wurden zwar in den meisten Fängen, aber immer nur vereinzelt gefunden.

Mastigocerca capucina, carinata, elongata, stylata und andere Arten bildeten in ihrer Gesamtheit einen hervorragenden Bestandteil des Planktons beider Fangperioden, und zwar 1904 in allen Septemberfängen, 1905 dagegen nur bis zum 19. des genannten Monats. Bereits bei unseren Untersuchungen in den Jahren 1899 bis 1902 hatte ich Gelegenheit, diese Gattung als einen wichtigen Faktor des Hochsommerplanktons der oberen Elbe kennen zu lernen, das aber damals schon im ersten Drittel des August das Maximum seines Vorkommens überschritten hatte. In den Hafenbecken blieb die Gattung überhaupt nur eine nebensächliche Erscheinung.

Brachionus angularis war die einzige Art ihrer Gattung, die an beiden Stationen — wenigstens vom 9. bis 20. September 1904 — in größerer Menge zu finden war, dann aber in der Oberelbe zurücktrat, um

dort am 30. September und bei Schulau am 10. Oktober fast ganz zu verschwinden. Im darauf folgenden Jahr fand sich dieses Rädertier zwar in allen Fängen, indessen blieb sein Vorkommen durchweg von geringerer Bedeutung. Bemerkenswert war die schwache Zahl der übrigen in der Elbe heimischen

Brachionusarten. Dies war besonders für B. pala und seine Abart amphiceros auffallend, weil beide Formen für gewöhnlich zu den häufigeren Planktontieren des Untersuchungsgebiets gehören.

Anuraea cochlearis ist zwar in allen Fängen beider Perioden vorgekommen, doch blieb die typische Form ohne wesentlichen Einfluß auf den Gesamtcharakter des Planktons, während die Abart

A. tecta für beide Stationen, hauptsächlich für den Querschnitt bei Schulau, bedeutsamer wurde und allerwärts den dritten Platz unter den Rotatorien beider Jahre behauptete. Auch in unserem älteren Planktonmaterial war A. tecta eins der häufigsten Tiere und stets vorwaltend gegenüber A. cochlearis.

A. hypelasma. Diese kleinste und zarteste unserer Anuraeen — sonst in der Elbe eine ausgesprochene Hochsommerform — ist in den Septemberfängen 1904, hauptsächlich von der oberen Elbe bei Gauert, in so großen Mengen festgestellt worden, daß gegen dieses Vorkommen selbst die in der wärmsten Zeit von 1900 und 1901 beobachteten Maxima weit zurücktreten. Obwohl sie 1905 im Mittelwert nur mit 30½ % des vorjährigen mittleren Bestandes erschien, blieb sie doch auch in diesem Jahr das führende Rotator und überflügelte am 5. September mit 2976000 Individuen und am 12. mit 1296000 auf der Südseite des Schulauer Reviers immer noch die reichsten Fänge vom 9. Juli (965000) und 2. August (1204000) 1901 aus der oberen Elbe. Eigentümlich war in beiden Jahren das im ganzen seltene Vorkommen von

A. aculeata, die sonst mit Ausnahme der heißesten Jahreszeit das ganze Jahr hindurch in den quantitativen Fängen früherer Jahre gezählt wurde. In den entsprechenden Fängen der beiden letzten Jahre schien sie mehrfach ganz zu fehlen, während sie in allen qualitativen Fängen, bei welchen ja auch sehr viel größere Wassermengen in Betracht kommen, in geringer Anzahl gefunden wurde.

Alle anderen in den Fängen von 1904 und 1905 vertretenen Rotatoriengattungen, von denen übrigens die Arten von Asplanchna, Pompholyx, Schizocerca, Notholca, Anapus und Gastropus, gleich denen in den Tabellen II bis IV spezialisiert, ständige Planktontiere sind, haben auch in den früheren Analysen des Elbplanktons immer nur eine untergeordnete Stellung eingenommen.

Ein Rückblick auf das quantitative Vorkommen der Rädertiere zeigt in der oberen Elbe sowohl für 1904 wie auch für 1905 vom ersten bis zum letzten Fangtage, entsprechend dem allmählichen Sinken der Wasserwärme in dieser Jahreszeit (198 Tabellen 4—7 u. Taf. 1—6), einen ununterbrochenen Rückgang des Gesamtbestandes. In ähnlicher Weise kommt diese Erscheinung speziell auch bei den zwei Hauptkomponenten des Rädertierplanktons, bei der Gattung Mastigocerca und bei Anuraea hypelasma zur Geltung, wie aus nachstehender Übersicht leicht erkennbar wird.

		Mastigocerca,	Anuraea hypelasma,	Die Rädertiere zusammen
1904,	9. Sept.	2 132 000	3 478 000	7 540 000
	13. „	1 258 000	3 785 000	6 999 000
	20. „	1 126 000	3 050 000	6 255 000
	27. „	410 000	972 000	1 923 000
	30. „	343 000	301 000	1 000 000
	11. Okt.	56 000	12 000	456 000
1905,	5. Sept.	2 672 000	2 967 000	6 448 000
	10. „	804 000	516 000	1 660 000
	19. „	128 000	48 000	416 000
	26. „	24 000	4 000	120 000
	3. Okt.	g.[1])	g.	72 000
	10. „	4 000	—	64 000

Anuraea hypelasma erreichte 1904 erst am 13. September ihr Maximum, um von da ab dem unaufhaltsamen Rückgang zu folgen. Wenn bei den in geringeren Mengen auftretenden Formen mit dem Abkühlen des Wassers zwar ebenfalls die charakteristische Verminderung ihres Bestandes eintritt, so läßt sich bei ihnen doch nicht ein so ununterbrochener Rückgang nachweisen, wie bei Mastigocerca und Anuraea hypelasma. Sicherlich hängt diese Erscheinung damit zusammen, daß sich bei kleineren Mengen Zufallswirkungen verhältnismäßig stärker bemerklich machen als bei großen Massen.

Naturgemäß kommt der allgemeine jahreszeitliche Niedergang der Rädertiere sowohl an der oberen wie an der unteren Station in der Hauptsache gleichbleibend zur Geltung, doch geschieht dies bei Schulau aus den bereits besprochenen Gründen (vgl. p. 8 u. 9) nicht mit der im oberen Untersuchungsgebiet beobachteten Stetigkeit.

[1]) „g." bedeutet in allen Tabellen „gesehen", aber nicht in zählwürdigen Mengen beobachtet.

2. Die Kruster. Ganz besondere Beachtung verdient das quantitative Verhalten der Kruster, von denen indessen eigentlich nur zwei Arten von Bedeutung sind.

Eurytemora affinis (190 p. 302) ist ein ausgesprochenes Unterelbtier, das dem Zooplankton des Stromes von der Altonaer Reede abwärts bis nach Cuxhaven, also bei dem verschiedensten Salzgehalt des Wassers, seinen spezifischen Charakter verleiht. Von diesem Spaltfußkrebschen findet man zeitweise ungeheure Schwärme, die in ihrer wechselnden Dichtigkeit vollständig den Eindruck von hellen bräunlichgrauen Wolken hervorbringen.[1] Man begegnet diesen Schwärmen zwar auch im Fahrwasser, häufiger indessen in muldenartigen Vertiefungen außerhalb des eigentlichen Fahrwassers und in den flachen Strichen der Uferzonen. Dies ist hauptsächlich auf der Südseite des Fahrwassers der Fall, wo sich Sandbänke („Sande" genannt) befinden, in deren Gebiet wir auch die Brutstätten der Art zu suchen haben. Als hervorragende Fischnahrung, besonders auch für Jungfische, wird Eurytemora affinis zum wirtschaftlich wichtigsten Planktontier der Unterelbe. In ihm sind zugleich auch große Mengen der durch die Sielausflüsse dem Wasser zugeführten organischen Abfallstoffe wieder zu lebender Substanz verkörpert.[2])

Schwarmbildung bei Eurytemora.

Bis jetzt habe ich zwei Produktionsmaxima bei E. affinis feststellen können, das eine im Frühling, das mit der Wanderung der Junglachse durch die Unterelbe nach der Nordsee zusammenfällt, und das zweite im Spätsommer oder Herbstanfang. Im Auftreten beider Maxima können indessen zeitliche Verschiebungen vorkommen, die wohl in der Hauptsache mit den Schwankungen der Wasserwärme zusammenhängen. Wahrscheinlich trägt dieser Umstand an der verhältnismäßig geringen Ausbeute von Eurytemora in der Fangperiode 1904 die Schuld, gegenüber den reichen Fängen des folgenden Jahres. Indessen ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß auch im September 1904 große Schwärme zwar vorhanden, doch nur zufällig nicht bei der Fangstation

[1]) Diese Wolken werden, ebenso wie Coscinodiscus (vgl. p. 29), von Unwissenden als Elbschmutz erklärt und außerdem merkwürdigerweise von vielen Fischern für Fischrogen gehalten.

[2]) Wir müssen die frei lebenden Copepoden, obschon ihre Hauptnahrung aus Planktonalgen besteht, als Omnivoren ansehen, die neben anderen kleinen Planktontieren ihre eigene Brut nicht verschonen und nebenbei auch den Genuß von organischem Detritus nicht verschmähen (VOSSELER, die Krebsfauna unserer Gewässer in 217, I. p. 325—378). Wenn wir uns nun an die teilweise direkte Aufnahme und Umbildung von im Wasser gelösten organischen Stoffen durch Planktonalgen erinnern (6, 7, 9, 10, 105, 138), die, wie eben gesagt, die Hauptnahrung der Copepoden bilden, so folgt daraus, daß auch unsere Eurytemora teils direkt, teils auf dem Umweg durch Planktonalgen Zersetzungsprodukte des Sielwassers zum Aufbau ihres Körpers verwendet.

zu bemerken waren, weil die Schwärme, wenn einmal in der Strömung, auch naturgemäß mit dieser abwärts treiben.[1])

Bemerkenswert ist der unverkennbare Einfluß, den die in der Ausbildung fortgeschrittenen Eurytemoren durch ihre Ernährungsweise auf den Rotatorienbestand des Planktons ausüben, denn obschon (vgl. Fußnote auf voriger Seite) sie sich vorwiegend von Planktonalgen, speziell von Diatomaceen, ernähren, verzehren sie doch auch Planktontiere und unter diesen Rotatorien. Daher kommt es auch, daß man in Fängen, die reich an Eurytemora sind, oft auffallend wenige Rädertiere sieht. In der oberen Elbe wurde der Kruster immer nur vereinzelt, niemals aber in zählwürdigen Mengen gefunden.

Bezüglich des quantitativen Auftretens der Nauplien von Eurytemora affinis konnte in den kurzen Fangperioden irgend welche Gesetzmäßigkeit nicht erkannt werden.

Cyclops viridis (190 p. 295) war der einzige Vertreter der Copepoden, der in den Fängen aus der Oberelbe mehrfach gesehen und auch gezählt wurde, während er aus der unteren Elbe ebensowenig wie die übrigen Copepoden der Tabelle I zur Zählung kam.

Bosmina longirostris cornuta (191 p. 242—250). Wie Eurytemora für die Unterelbe, so ist dieser Wasserfloh der als Fischnahrung wichtigste Krebs für die Becken des Hafengebietes. In der Unterelbe ist sein Erscheinen zuweilen ebenfalls auffallenden Schwankungen unterworfen. Meistens ist er hier nicht sehr zahlreich, dann aber plötzlich wieder in solchen Mengen vorhanden, wie sie oberhalb Hamburgs niemals im Strom gefunden wurden. Die Erklärung für diese Schwankungen im Auftreten der Bosmina, und damit zum Teil auch im gesamten Planktonbestand der Unterelbe, auf die ich bereits mehrfach hingewiesen habe, dürfte sich aus folgender Beobachtung ergeben.

Spülung der Hafenbecken durch die Tiden.

Am 10. Oktober 1905 veranlaßte mich das unerwartet starke Vorkommen von Bosminen bei Schulau, nach Erledigung der planmäßigen Arbeiten an dieser Stelle noch eine Sonderfahrt nach verschiedenen Häfen zu machen, um womöglich die Quelle dieser Erscheinung zu finden. Im Indiahafen herrschte denn auch, wie vermutet, noch ein hervorragender Planktonreichtum. Die Analyse eines im inneren Teil

[1]) Gerade zur Zeit der Niederschrift dieses Abschnittes trat in der Elbe der Fall ein, daß, nachdem schon seit einigen Tagen das massenhafte Erscheinen der Krebschen aufgefallen war, am Morgen des 1. Mai unterhalb Altonas große Mengen von ihnen gesehen wurden, wogegen sie am Abend desselben Tages an dieser Stelle wieder verschwunden waren. Dafür fanden sich am 2. Mai kurz nach Mittag dichte Schwärme bei Finkenwärder, von denen ich durch unseren Mitarbeiter, Herrn Dr. v. BRUNN, reiches Material erhalten habe. Am 12. Mai sah ich kurz vor Mittag wieder dichte Schwärme in der Uferregion oberhalb der Schulauer Zuckerraffinerie.

des Hafens vorgenommenen Quantitativfanges ergab 502 000 Rädertiere und 11 568 000 Kruster, darunter allein 11 040 000 Bosminen, während an diesem Tag bei der Oberelbstation nur noch 64 000 Rädertiere und 1900 Kruster im Kubikmeter Wasser nachzuweisen waren. Damit war also der Beweis geliefert, daß das ephemere Auftreten größerer Mengen dieser Krebschen im freien Strom bei Schulau aus einem der Hafenbecken — die, wie ich früher gezeigt habe (198 p. 85), in ihrer Planktonproduktion unabhängig voneinander sind — herzuleiten war. Da in den voraufgegangenen Tagen Fluthöhen bis zu sechs Meter bei schließlich nur knapp drei Meter Niedrigwasser gemessen waren, so war hierdurch auf eine erst kürzlich erfolgte Herausspülung der Bosminen in den freien Strom zu schließen, und hierfür sprach auch noch ihre wenig fortgeschrittene Verteilung im Querschnitt bei Schulau, denn dort fand ich am Nordufer 12 800, auf der entfernten flachen Südseite nur 9300, dagegen in der Mitte des Fahrwassers 434 400 Individuen im Kubikmeter Wasser. Die zugleich mit den Bosminen ausgespülten Rotatorien machten sich bei Schulau nicht mehr sehr bemerklich, wahrscheinlich weil viele von ihnen bereits unterwegs von Eurytemoren vertilgt waren (vgl. p. 38 und 39). — In der oberen Elbe ist Bosmina longirostris cornuta zwar stets der dominierende Planktonkrebs, doch erhebt sich trotzdem sein Bestand das ganze Jahr hindurch nie über sehr bescheidene Zahlen (vgl. auch 198 p. 83, 133—135 und Tafel VI).

Gleichmäßige Verteilung der Bosminen.

Während Eurytemora affinis einen bemerkenswerten Hang zur Schwarmbildung zeigt, konnte ich in unserem Arbeitsgebiet ähnliches bei Bosmina nicht erkennen, wenigstens ergaben meine in dieser Richtung angestellten Untersuchungen keine darauf hindeutenden Resultate.

Stufenfänge.

Sogar Stufenfänge, die ich früher schon mit der Planktonpumpe im inneren Grasbrookhafen innerhalb einer Stunde ausgeführt hatte, ließen für die ganze Höhe der durchpumpten Wassersäule keine sehr erheblichen Unterschiede in der Tiefenverteilung des Krusters wahrnehmen. Diese Stufenfänge[1]) ergaben in

0—1	Meter	Tiefe	2 709 000	im	Raummeter,
1—2	„	„	2 749 000	„	„
2—3	„	„	2 590 000	„	„
3—4	„	„	1 927 000	„	„
4—5	„	„	2 356 000	„	„
5—6	„	„	2 078 000	„	„

[1]) Nebenbei wird durch dieses Ergebnis die Brauchbarkeit der Planktonpumpe selbst für engbegrenzte Stufenfänge demonstriert.

Da an jenem Morgen im Grasbrookhafen eine Bewegung größerer Fahrzeuge nicht stattgefunden hatte, und auch der Barkassenverkehr nur ganz unbedeutend war, kann die Erklärung für diese verhältnismäßig homogene Verteilung nicht in einem gewaltsamen mechanischen Vermischen etwa vorhanden gewesener Schwärme gesucht werden; man muß vielmehr annehmen, daß die Verteilung im großen und ganzen eine von der Wasserbewegung wenig beeinflußte gewesen ist.[1])

Alle übrigen an der oberen wie an der unteren Fangstation beobachteten Cladoceren der Tabelle I waren so wenig häufig, daß auf die Auszählung der einzelnen Arten, wie bei der Mehrzahl der Copepoden, verzichtet wurde.

3. **Verteilung des Planktons im Stromquerschnitt.** Während in dem Abschnitt oberhalb Hamburgs die Verteilung des Planktons auf die ganze Breite des Stromes, wie schon meine früheren Versuche gezeigt hatten, im wesentlichen eine gleichmäßige ist, kann dasselbe von der unteren Elbe durchaus nicht behauptet werden. Die quantitativen Ergebnisse aus den hier gemachten Fängen rechtfertigen vielmehr vollständig die Festlegung von verschiedenen Fangstellen im Stromquerschnitt der unteren Station.

Dieser Unterschied in der Mengenverteilung beruht hauptsächlich auf der großen Verschiedenheit der Bodenprofile des Stromes an beiden Lokalitäten. An der oberen Station kommt, bei nur 500 Meter Strombreite, ein verhältnismäßig breites, nur drei bis vier Meter tiefes Fahrwasser — das nur für die Flußschiffahrt berechnet ist — in Betracht, während das früher acht, jetzt zehn Meter tiefe, für den Verkehr von Seeschiffen ausgebaggerte Fahrwasser der Unterelbe in der Gegend der Fangstation mit ca. 200 Meter Breite bei einem Stromquerschnitt von ungefähr zwei Kilometern nur einen verhältnismäßig kleinen Bruchteil der gesamten Breite der Wasserfläche ausmacht. Demnach treten in der Oberelbe Tiefenunterschiede weniger hervor als in der Unterelbe. Aus diesem Grunde begegnen wir in der Elbe oberhalb Hamburgs — von der Tidenwirkung ganz abgesehen — einer von Ufer zu Ufer wenig differierenden Strömungsgeschwindigkeit, während die (Ebbe-) Strömung im Fahrwasser der Unterelbe wesentlich rascher erscheint als die der flachen Uferzonen. Hauptsächlich macht sich dies nach dem Südufer hin bemerklich, wo noch vorgelagerte Sandbänke mit

[1]) Verschiedene Forscher haben bekanntlich in tieferen Seen (15, 34, 206), FRANCÉ auch in dem an Tiefe unseren Häfen ähnlichen Plattensee (37) und STEUER in der alten Donau bei Wien (180) ein Aufsteigen der Planktonkruster bei Nacht und Tieferwanderung derselben bei Tag festgestellt, während dies EKMAN in nordischen Seen nicht beobachten konnte (30).

ihrem Stromschatten und muldenartige Vertiefungen eine besondere Rolle für die Wasserbewegung spielen. Weiterhin werden hier die Strömungsverhältnisse noch durch gewisse Unregelmäßigkeiten in der Tidenbewegung (vgl. p. 8) und — bei der Breite der Wasserfläche — auch durch Windrichtung und Windstärke kompliziert, während dem Schiffsverkehr keine eingreifende Wirkung an dieser Örtlichkeit beizumessen ist.

Wären die Strömungsverhältnisse einfachere, und hätten wir in der unteren Elbe, wie bei Gauert, nur mit dem in der Strömung von oben her zugeführten Plankton zu rechnen, so würde hier voraussichtlich der größere Reichtum an Plankton im Fahrwasser herrschen, wie es z. B. am 13. September 1904 und am 10. Oktober 1905 tatsächlich der Fall gewesen ist. Berücksichtigt man den Umstand, daß die beiden Fangserien (vgl. Tab. II Rubr. untere Elbe d. d. 13. 9. 04 und 10. 10. 05) bei vorgerückter Ebbe (in welchem Stadium der Tide also die störende Wirkung der vorausgegangenen Flut auf den Zug des Planktons sich nicht mehr geltend machte) erzielt wurden, so scheint ihre quantitative Beschaffenheit um so mehr die eben ausgesprochene Ansicht zu bekräftigen, als es ja für den mittleren Fang vom 10. Oktober 1905 gelungen war, die Herkunft seines relativen Planktonreichtums direkt nachzuweisen (p. 39). Wiederholter Tidenwechsel mag nach und nach einen gewissen Ausgleich des Planktongehaltes für den ganzen Stromquerschnitt einleiten, weil aber bei Schulau nicht nur mit den von oben her zugeführten Planktonmassen, sondern zeitweilig auch noch mit einer sehr erheblichen Eigenproduktion der Unterelbe (vgl. p. 38) zu rechnen ist, so sieht man vielfach alle theoretischen Voraussetzungen durchquert und begegnet Verschiebungen in der quantitativen Verteilung der Schwebeorganismen, die sich — wie ein Blick auf Tabelle II lehrt — jeder Aufstellung von Regeln entziehen.

Überblick der quantitativen Resultate.

4. **Zusammenfassung.** Fassen wir das Wesentliche aus den Mengenbestimmungen des Zooplanktons beider Fangperioden zusammen, so ergibt sich folgendes:

1) 1904 wurden im Mittel aller Fänge in Ober- und Unterelbe fast das Doppelte an Planktontieren wie 1905, und zwar 1904 dreimal so viel Rädertiere, aber viel weniger Kruster als 1905 beobachtet.

2) 1904 herrschte in der Oberelbe ein größerer Reichtum an Zooplankton als in der Unterelbe, 1905 dagegen zeigten sich in letzterer mehr Planktontiere als an der oberen Station.

3) In der Oberelbe überwogen in einem gewissen Gleichmaß die Rädertiere, und zwar derart, daß sie in jedem der Fänge in

der vielfachen Menge der Kruster vorhanden sind; in der Unterelbe aber begegnen wir im Mengenverhältnis beider Tiergruppen zueinander nicht selten zeitweiligen großen, lokalen Schwankungen, vielfach mit Vorherrschaft der Kruster.

4) Diese Schwankungen werden durch periodisches Auftreten riesiger Schwärme von Eurytemora affinis und durch Tidenspülungen der planktonreichen Hafenbecken (Bosmina longirostris cornuta) hervorgerufen.

5) In der Oberelbe ist die Mengenverteilung des Zooplanktons auf die ganze Strombreite ziemlich gleichmäßig, in der Unterelbe dagegen ist sie örtlich und zeitlich sehr ungleich.

6) Durch den höheren Krebsbestand in der Unterelbe überwiegt hier ganz allgemein die Summe der im Plankton lebenden Tiersubstanz gegenüber derjenigen in der oberen Elbe. Daraus ergibt sich, daß das Plankton der Elbe unterhalb der Städte Hamburg und Altona reicher an tierischer Fischnahrung ist als oberhalb derselben.

IV. Wert der Planktonkrebse als Fischnahrung.

Im Anschluß an die Ermittelung der Individuenzahl der Planktontiere habe ich noch einige chemische Wertbestimmungen von Eurytemora affinis und Bosmina longirostris cornuta vorgenommen, weil wir diese beiden als die zur Ernährung der Elbfische wichtigsten tierischen Planktonten ansehen müssen. Bei dieser Arbeit wurden indessen nur die zur Bewertung der Krebschen als Fischnahrung wichtigen Stoffgruppen, aus welchen ihr Organismus aufgebaut ist, berücksichtigt.[1] Dabei gewährt es einen besonderen Reiz zu zeigen, bis zu welchen erstaunlichen Gewichtsmengen die Massenentfaltung dieser winzigen Tierchen zu führen imstande ist. Das Material zu den Analysen lieferte für Eurytemora der Stromquerschnitt bei Schulau und für Bosmina der Indiahafen. Chemische Wertbestimmung

Während die Albuminate und Fette bei Bosmina, die überhaupt reicher an Trockensubstanz ist, in größeren Mengen auftreten als bei Eurytemora, zeigen sich Chitin- und Aschegehalt beider Arten, wie aus nachstehender Tabelle zu ersehen, nur sehr wenig verschieden.

[1] So ist z. B. unter Chitin nicht Reinchitin zu verstehen, sondern die Panzersubstanz einschließlich der eingelagerten Mineralstoffe.

Die Untersuchung ergab für 100 Gewichtsteile

	Eurytemora		Bosmina	
Wasser	—	87,360	—	82,141
Muskel- und andere Gewebe	9,920		13,899	
Fett	0,784		1,905	
Chitin	1,400		1,466	
Mineralsalze [1])	0,536		0,589	
Gesamte Trockensubstanz	—	12,640	—	17,859
		100,000		100,000

Der Größenunterschied beider Krebschen findet selbstverständlich auch in ihrem Körpergewicht entsprechenden Ausdruck: eine Eurytemora wog im Durchschnitt 0,064, eine Bosmina nur 0,0086 Milligramm, also nur annähernd den 7,5ten Teil von erstgenannter, und es gehen demnach auf einen Gramm 15 625 Eurytemoren und 116 279 Bosminen. Indessen sei hier gleich ausdrücklich bemerkt, daß diese Gewichtsverhältnisse, ebensogut wie bei anderen Lebewesen, mit den jeweiligen Ernährungsbedingungen großem Wechsel unterworfen sein können.

Gewichtsschätzung der Bosminenmenge im Indiahafen.

Wie ich bereits auf Seite 40—41 ausgeführt habe, sind die Bosminen in den von ihnen bewohnten Hafenbecken so gleichmäßig verteilt, daß es nicht schwer hält, durch Kombination der Zählergebnisse (vgl. Tabelle V) mit den gewichtsanalytischen Resultaten eine klarere Vorstellung von ihrem biologischen Wert zu geben, als dies die Zählanalyse für sich allein zu leisten vermag. Am 10. Oktober 1905 waren für den Kubikmeter Wasser des inneren Indiahafens 11 040 000 Bosminen ermittelt, und zwar bis zu einer Tiefe von sieben Metern. Das Gewicht dieser 11 040 000 Tiere betrug 94,944 Gramm. Da nun die innere Hälfte des genannten Hafenbeckens bei ca. 150 Meter Breite 300 Meter lang

[1]) Öfters enthält die Asche von Eurytemora affinis auch variable Mengen von Eisen, das sich vermutlich in den Chitinpanzern älterer Tiere, ähnlich wie bei Arcella und anderen Protozoën, als Ferrihydrat eingelagert hat. Da bekanntlich bei dem Zerfall der Eiweißstoffe abgestorbener Organismen in Gegenwart von Eisen Schwefeleisen entsteht, haben wir hier im engsten Raume eine interessante Quelle minimaler Schwefeleisenbildung, die indessen, bei dem ungeheuren Eurytemoren-Reichtum der Unterelbe, im Laufe der Zeit nicht unerheblich zur gesamten Schwefeleisenablagerung im Strombett beitragen kann.

Neben diesem in anderer Form weit verbreiteten Vorgang der Schwefeleisenbildung (198 p. 73) spielt sich in dem außer Eisen auch Gips enthaltenden Elbwasser noch ein sehr wichtiger Prozeß ab, der auf einer Reduktion des Calciumsulfats durch Bakterienwirkung beruht und von dessen Endprodukten eines ebenfalls Schwefeleisen ist.

ist, so würden zur Zeit des Fanges 300 × 150 × 7 = 315 000 Raummeter Wasser mit 94,944 × 315 000 = 2 990 736 Gramm oder 29 907 Kilogramm lebender Krebschen, welchen 5341 Kilogramm Trockensubstanz entsprechen, für diesen Hafenteil zu berechnen sein.

Gewichtsschätzung der Eurytemorenmassen in der Unterelbe.

Weit größer noch ist indessen der biologische Wert, welchen der Eurytemora-Bestand des Stromes unterhalb Hamburg-Altonas zur Zeit seiner Höchstentwickelung darstellt. Wenn diese Copepoden in der Unterelbe auch nicht annähernd so gleichmäßig verteilt sind wie die Bosminen in den verschiedenen Hafenbecken, so können wir doch immerhin die aus den Untersuchungen des Stromquerschnittes bei Schulau gewonnenen Mittelwerte einer abschätzenden Berechnung für die dort lebenden Massen der Planktonkrebse zugrunde legen. Im Mittel der hier in beiden Uferzonen und in der Mitte des Fahrwassers am 26. Sept. 1905 gemachten Fänge ergab die Untersuchung für den Raummeter 6 243 700 Individuen mit einem Gesamtgewicht von rund 400 Gramm lebender und 45 Gramm Trockensubstanz. Nehmen wir zu unserer Approximativberechnung ein quadratisches Stromstück von der Seitenlänge der hier vorhandenen Strombreite (2000 Meter) mit einer, sehr bescheiden geschätzten, mittleren Tiefe von nur drei Metern an, so würden wir für diesen kurzen Stromabschnitt eine Wassermasse von 12 Millionen Raummetern mit insgesamt 4 800 000 Kilogramm lebenden Eurytemoren haben. Nach Abzug des Wassergehaltes und des als Nährsubstanz nicht in Betracht kommenden Chitins würden dieser Gewichtsmenge an lebenden Tieren 540 000 Kilogramm wertvoller Trockensubstanz an Fleisch und Fett (einschließlich der Salze) entsprechen.

Armut an Krustern in der Oberelbe, Reichtum in Hafen und Unterelbe.

Besonders lehrreich erscheinen diese Ergebnisse, wenn wir sie mit den einschlägigen Verhältnissen an der *oberen* Elbstation vergleichen. Wie bereits durch meine früheren Arbeiten (198 vgl. Taf. VI) festgestellt und auch wieder durch die vorliegenden Untersuchungen bekräftigt wurde, ist das Wasser der Oberelbstation ständig *sehr arm* an Krustern. Eurytemora wird (vgl. p. 25) hier stets nur ganz vereinzelt angetroffen, und auch die übrigen Elbcopepoden kommen nur in geringer Zahl vor. Zum Vergleich bleiben uns daher nur die Bosminen übrig, von welchen selbst der reichste Fang, den ich überhaupt an dieser Stelle erbeutete, nur rund 10 000 Individuen im Kubikmeter ergeben hatte, die einem Gesamtgewicht von 0,086 Gramm entsprechen. Vergleichen wir dieses Ergebnis mit einem Befund von 94,944 Gramm Bosminen in einem Raummeter Wasser des inneren Indiahafens, so erkennen wir, daß der Gehalt dieses *einen* Raummeters an lebender Substanz gleichkommt dem von 1104 Raummetern aus der oberen Elbe.

Dieser *Stoffvergleich* der Bosminenbefunde aus dem im Sielwasserverteilungsgebiet liegenden Indiahafen mit dem äußerst dürftigen

Bosminenbestand im „Reinwasser“ der Oberelbstation (die gewaltige Eurytemoraentwickelung im unteren Stromabschnitt findet hier oben überhaupt kein Analogon) liefert einen schlagenden Beweis dafür, in wie umfangreichem Maße Teile der organischen Abfallstoffe, welche durch die Sielwasserergüsse von Hamburg und Altona der Elbe zugeführt werden, sich allein schon in den beiden Krebsformen wieder in lebende Substanz umsetzen und somit in dieser als Fischnahrung auch dem menschlichen Haushalte nutzbringend werden.

Gegenüber den Planktonkrebsen treten die durchweg viel kleineren und an festen Stoffen ganz erheblich ärmeren Rotatorien und Protozoën des Planktons wirtschaftlich weit zurück, auch lassen sie sich ebensowenig wie die Planktonalgen des Elbwassers quantitativ vom Detritus trennen und sind darum gewichtsanalytisch nicht zu bestimmen. Bezüglich der Planktonalgen ist dies um so mehr zu bedauern, als einige von ihnen (Coscinodiscus, Melosira) zu gewissen Zeiten in noch weit größeren Mengen auftreten als die Planktonkruster und dann ebenso wie diese zu einem wichtigen Fischnahrungsmittel werden.

V. Verhalten der Fische in der Trockenperiode.

Wanderungen des Butts.

Gleich auf meiner ersten Untersuchungsfahrt im Jahre 1904, am 9. September, begegnete ich zwischen den Elbbrücken und der Filiale des Hygienischen Instituts auf der Kaltehofe einer hier sonst fremden Erscheinung, einer Reihe von Buttfischern bei ihrer Arbeit. Ich hörte von den Leuten, daß seit etwa 14 Tagen, also zur Zeit der höchsten Wasserwärme, der Butt aus dem eigentlichen Hafengebiet diese kleine Strecke stromaufwärts gewandert sei, sich zurzeit hier in großen Mengen aufhalte und, wie ich auch durch meine eigne Beobachtung belehrt wurde, auffallend gute Fänge liefere.

Auch noch am 12. September traf ich die Buttfischer, am 19. jedoch nicht mehr. Augenscheinlich hatten sich die Fische in der Zeit der größten Wasserwärme, die selbstverständlich bei dem niedrigen Wasserstand für die nähere Umgegend der Sielmündungen einen Rückgang des Sauerstoffgehaltes im Wasser bedeutete, diesem sauerstoffreicheren Stromabschnitt zugewandt, der zwar ebenfalls noch dem Sielwassergebiet angehört, in dem aber durch Tidenwirkung bereits eine gleichmäßigere Verteilung und größere Verdünnung der Abwässer stattgefunden hat. Mit dem Sinken der Wasserwärme zogen sich die Tiere alsbald wieder nach ihren nahrungsreicheren Standplätzen zurück.

Auffallend große Buttfänge.

Daraus, daß in einem verhältnismäßig so beschränkten Stromabschnitt, wie ihn die Strecke zwischen den Elbbrücken und der Kalte-

hofe darstellt, wahrscheinlich der größte Teil der sonst auf weit umfangreicherem Gebiet verteilt lebenden Butte zusammenkamen, erklären sich auch die auffallend reichen Fänge, welche die Fischer an dieser Stelle erbeuteten.

Genauere Angaben über den Umfang dieser Buttfänge verdanke ich Herrn Fischereiinspektor LÜBBERT, dessen mir zur Verfügung gestellten Bericht ich hier im Original folgen lasse:

„Ende August fand ein Altenwärder Fischer, der seinen Hamen bei der großen Eisenbahnbrücke über die Elbe, oberhalb Hamburgs, ausgesetzt hatte, das Netz beim Einholen voll von Elbbutt. Daraufhin haben dann in der ersten Hälfte des September 30—40 Finkenwärder Buttjollen in der Norderelbe oberhalb Hamburgs, bei der Billwärder-Insel, mit Stellnetzen gefischt und ganz bedeutende Fänge, namentlich an großem Butt, erzielt. Mitte September, mit Eintritt der kälteren Witterung, waren die Butte plötzlich wieder verschwunden.

Nach Schätzungen der Fischer selbst sind auf der kleinen Stelle täglich 800 bis 1000 Stieg Butt gefangen worden; Ergebnisse von 50 Stieg in einem Zuge, bei Verwendung von 4 Stellnetzen von je 25 Faden Länge, waren nicht selten. Da der Fang etwa 14 Tage andauerte, so kann man annehmen, daß die Gesamtausbeute in dieser Zeit mehr als 12 000 Stieg à 20 Stück betragen hat.

Die Fänge wurden an den Altonaer Markt gebracht, wo die Preise infolge der großen Zufuhren natürlich sehr gedrückt waren, immerhin haben einige Fahrzeuge in der ersten Zeit 50 bis 60 Mark pro Tag verdient."

Da nun, ähnlich wie oberhalb der Elbbrücken, gleichzeitig auch im Köhlbrand, wo unter normalen Verhältnissen auch nur wenig Butt gefangen wird, ebenfalls sehr gute Fänge gemacht wurden, so liegt die auch von Fischern ausgesprochene Vermutung nahe, daß die Hauptmenge der Butte aus dem oberen und mittleren Hafengebiet in der Norderelbe stromaufwärts, solche aber aus dem unteren Hafengebiet und der Gegend der Altonaer Reede nach dem nahegelegenen Köhlbrand gewandert waren.

Aus diesen Wanderungen des Butts geht übrigens hervor, daß er sich sehr wohl vorübergehenden Belästigungen, wie sie die ganzen abnormen Verhältnisse des Hochsommers 1904 mit sich brachten, zu entziehen weiß, und weiter, daß er vielleicht infolge seines Lebens am Grunde augenscheinlich zu den empfindlicheren Fischen in der Elbe gehört. Wenigstens konnte ich von ähnlichen Wanderungen der vielen anderen die Elbe bevölkernden Fischarten nichts in Erfahrung bringen.

Ebenso waren meine Erkundigungen nach etwa im Verlauf des Sommers in der Elbe beobachtetem Fischsterben von durchaus negativem Erfolg geblieben.

Absterben von Fischfängen.

Das in der Einleitung erwähnte Absterben von Fischen im Bünn der Fahrzeuge (vgl. p. 5) ist daher lediglich auf eine relative Überfüllung zurückzuführen. Bei jeder solchen Überfüllung wird nicht allein der Sauerstoffvorrat des Bünnwassers durch den Atmungsprozeß der Fische verhältnismäßig rasch aufgezehrt, sondern es wird auch die Auswechselung des verbrauchten gegen frisches Wasser durch die Masse der Fische selbst auf ein Minimum herabgedrückt, weil diese die Löcher im Boden des Bünns zum großen Teil mit ihren Körpern verdecken. Und nicht nur der Sauerstoff schwindet durch den Atmungsprozeß, sondern es nimmt auch der Gehalt an freier Kohlensäure derart zu, daß die Tiere schließlich zugleich an Sauerstoffmangel und an Kohlensäurevergiftung sterben müssen. Weil die Atmungsgeschwindigkeit der Fische mit der Steigerung der Wasserwärme zunimmt, findet ein derartiges Absterben leichter im Hochsommer als zu anderer Jahreszeit statt, so daß eine reichliche Besetzung des Bünns bei 10° Wasserwärme ohne Schädigung verläuft, während eine Besetzung in gleicher Stärke bei 20° den Tod des ganzen Fanges zur Folge haben kann. Eine nicht zu unterschätzende Bestätigung dieser Erklärung lieferten mir übrigens zwei alte Seefischer mit der Aussage, daß sie unter ähnlichen Umständen selbst auf hoher See das Absterben ganzer Fänge erlebt hätten. Verständige Fischer helfen sich mit bestem Erfolg ganz sachgemäß dadurch, daß sie ihren Bünn nicht „übersetzen", und, mit Stange oder Ruder umrührend, den Inhalt von Zeit zu Zeit in lebhafte Bewegung bringen.

VI. Rückblicke.

Organische Stoffe.

Der Gehalt des Elbwassers an fäulnisfähigen organischen Stoffen war in der Trockenperiode des Jahres 1904 naturgemäß relativ höher als in wasserreicherer Zeit. Die Gründe hierfür sind darin zu erblicken, daß die vorübergehend so außerordentlich verringerten Wassermengen des Elbbettes unmöglich denselben Verdünnungsgrad der vermutlich zu derselben Zeit nicht geringer gewordenen Zufuhr von organischen Stoffen herbeiführen konnten, der bei normaler Wasserführung des Stromes erreicht wird.

Dieser Zustand machte sich ebensowohl bei Gauert, also weit oberhalb irgendwelcher Einwirkung von Sielwässern der Städte Hamburg, Altona und Wandsbek geltend, wie auch bei Schulau, wo die Anwesenheit von Sielwasserresten anzunehmen ist.

Der relative Zuwachs der organischen Substanz würde zweifellos in weit höherem Grade fühlbar geworden sein, wenn nicht die natürlichen Selbstreinigungsvorgänge (198 p. 73, 96 u. 97) im Strom einen großen Teil der zugeführten organischen Stoffe beseitigt hätten.

Bei Schulau zeigte sich die Oxydierbarkeit durchschnittlich etwas höher als bei Gauert, doch kamen auch Tage vor, an welchen das Umgekehrte der Fall war.

Der Sauerstoffgehalt war im Durchschnitt in beiden Untersuchungsperioden gleich. Sauerstoff.

Infolge biologischer Überproduktion durch die hier stets in größeren Mengen vorhandenen Melosiren überstieg er in der oberen Elbe in allen entnommenen Wassserproben den nur durch Luftdruck und Wasserwärme bedingten physikalischen Sättigungswert.

In den Proben der Unterelbstation blieb der Sauerstoffgehalt zwar in den meisten Fällen etwas hinter diesem physikalischen Sättigungswert zurück, doch überstieg er selbst am ungünstigsten Tage noch ganz erheblich die Menge, welche unsere sauerstoffbedürftigsten Fische, die Salmoniden, zur Atmung beanspruchen.

An einem Tage der Periode 1904 wurde auch bei Schulau eine geringe Sauerstoffübersättigung des Wassers nachgewiesen.

Der durchschnittlich geringere Sauerstoffgehalt der unteren Fangstation ist dadurch hervorgerufen, daß einerseits hier beheimatete, wichtige Sauerstoffproduzenten, die Coscinodiscusarten, zur Zeit der Untersuchung schon stark im jahreszeitlichen Niedergang begriffen waren, während anderseits die Menge der Sauerstoffkonsumenten (darunter die Kruster) zum Teil die der Oberelbe sehr erheblich übertraf.

Der Chlorgehalt des Elbwassers erfuhr in der Trockenperiode — unabhängig von jedem Brackwassereinfluß — eine bedeutende Steigerung seiner für ein Binnengewässer schon außergewöhnlichen Höhe. Chlor.

Dieser hohe, für den Flußlauf unterhalb der Saaleeinmündung charakteristische Chlorgehalt entstammt den Fabrikationsabwässern der Kaliwerke und anderen Anlagen der Montanindustrie des Saalegebietes.

Weil die betreffenden Chloride durch diese Fabriklaugen dem Strom auch in der Trockenzeit unvermindert zugeführt wurden, mußte der Chlorgehalt um so mehr zu einem Gradmesser der Wasserarmut des Elbbettes werden, als diese Chlorzufuhr nicht durch Selbstreinigungsvorgänge — wie bei den organischen Stoffen — eine teilweise Beseitigung erfahren konnte.

Die Vermehrung der aus dem oberen Flußlauf zugeführten Chloride durch solche aus den städtischen Sielwässern entzog sich selbst in dieser wasserarmen Zeit dem analytischen Nachweis. Ebensowenig ließ sich an den Beobachtungstagen ein Vordringen von Brackwasser bis zum Stromquerschnitt oberhalb Schulau auf chemischem Wege nachweisen.

Uferzone. Die Beschaffenheit der Ufer zeigte, abgesehen von dem durchschnittlich niedrigeren Wasserstand in der Trockenzeit, in den beiden Untersuchungsperioden keinerlei merkliche Unterschiede; ebensowenig ließen sich Veränderungen gegenüber früheren Befunden (198 p. 74) erkennen. Auch die Fauna des Grundes (a. a. O. p. 74—78) hatte ihr Verhalten nicht geändert.

Plankton. Im Plankton des Jahres 1904 wurden mehr Pflanzen- und Tierformen beobachtet als 1905.

Von den Tieren waren es an beiden Fangstationen hauptsächlich die zum Teil saprozoïsch lebenden Wimperinfusorien, welche 1904 in größerem Arten- und Individuenreichtum beobachtet wurden als bei normaler Wasserführung des Stromes, von den Algen eine Reihe mariner bezw. Brackwasserformen, die vorübergehend bis über Schulau hinaus vorgedrungen waren.

Neben Brackwasseralgen waren in der Trockenzeit 1904 auch Brackwassertiere bis zu unserer Fangstation vorgerückt, im folgenden Jahr aber wieder verschwunden.

Im Zooplankton der Oberelbe waren in jedem Fang beider Jahre durchschnittlich sehr viel mehr Rädertierchen als Kruster: es kamen durchschnittlich auf einen Kruster 1904 424 und 1905 585 Rotatorien.

Auch in der Unterelbe war im Durchschnitt aller Fänge die Zahl der Rädertiere (wenn auch in viel geringerem Maße) größer als die der Krebse, und zwar 1904 15 : 1, 1905 1,07 : 1.

Dem Gewicht nach war im Plankton der Unterelbe die lebende tierische Substanz in beiden Jahren größer als in der Oberelbe.

Ende September 1905 trafen unsere Untersuchungen mit einem Entwickelungsmaximum der Kruster in der Unterelbe zusammen und zeigten die erstaunliche Massenproduktion dieser Tiere.

Die gewichtsanalytischen Bestimmungen von Eurytemora affinis und Bosmina longirostris cornuta bestätigten den bereits vermuteten hohen Wert dieser Planktonkrebse als Fischnahrung.

—

VII. Schlußfolgerungen.

Die Ergebnisse dieser Studien führen zu nachstehenden Schlußfolgerungen:

Das Tier- und Pflanzenleben der Elbe hatte in dem untersuchten Stromabschnitt weder ober- noch unterhalb der Städte Hamburg und Altona durch die Trockenperiode des Jahres 1904 irgendwelche erkennbare Schädigung erlitten.

Selbst während der größten Wasserarmut ist der Sauerstoffgehalt des Elbwassers bei Schulau ein so hoher geblieben, daß hier eine Schädigung der Fische durch Sauerstoffmangel unbedingt ausgeschlossen war.

Auch die sonstige Beschaffenheit des Wassers, dessen relative Güte durch ein reiches Tier- und Pflanzenleben bewiesen wurde, konnte an dem von Fischern angegebenen Absterben ihrer Fänge nicht schuld sein.

Das Absterben von gefangenen Fischen im Bünn der Fahrzeuge ist vielmehr auf eine verhältnismäßige Überfüllung dieser Räume bei ungenügendem Wasserwechsel durch die Wandung der Behälter zurückzuführen.

Alles in allem hat die Trockenperiode des Hochsommers 1904, die eine Wasserarmut der Elbe zur Folge hatte, wie sie seit vielen Jahrzehnten nicht beobachtet wurde, den Beweis geliefert, daß der Strom die ihm durch die Sielwässer bei Hamburg zugeführten fäulnisfähigen Stoffe (trotzdem sein Wasser bereits mit solchen belastet hier eintrifft) auch unter den denkbar ungünstigsten Verhältnissen ohne Schädigung seiner tierischen Bewohner aufzunehmen imstande ist, und daß die Selbstreinigungsvorgänge im Strombett so bedeutend sind, daß von einer die Fischerei schädigenden organischen Verschmutzung der Unterelbe überhaupt nicht die Rede sein kann.

Hamburg, den 15. Juni 1906.

Nachtrag: Zur Methodik.

I. Hydrochemisches.

Beurteilung der Methode.

1. **Bestimmung der Oxydierbarkeit.** Die Bestimmung der Oxydierbarkeit der im Wasser gelösten organischen Substanz kann nur dann zu vergleichbaren Resultaten führen, wenn man bei dieser Operation von einem Material ausgeht, in welchem nur die gelösten Stoffe, nicht aber daneben noch unkontrollierbare Mengen fester organischer Schwebstoffe zur Reaktion auf Kaliumpermanganat gelangen, wie das bei der Mehrzahl der Wasserproben der Fall sein wird. Darum ist es geboten, das zu untersuchende Wasser von allen Schwebstoffen zu befreien, zumal deren Qualität und Quantität in einem Gewässer, wie ja auch aus dieser ganzen Arbeit hervorgeht, außerordentlich variabel sein kann.

Filtration

Eine Filtration durch chemisch reines Papier genügt nicht zu diesem Zweck, indem Filtrierpapier nur die gröberen Beimengungen zurückhält, dagegen für die große Masse der Bakterien wie auch für viele Individuen der kleineren Planktonalgen durchlässig ist. Aus diesem Grunde habe ich mich seit einiger Zeit der Filtration durch bakteriendichte Filter (kleine Serumfilter von Berkefeld) bedient. Wie groß die Unterschiede zwischen der Untersuchung von „Rohwasser" und filtriertem Wasser unter Umständen ausfallen können, mag nachstehende Auslese aus einer größeren Versuchsreihe zeigen.

Elbwasser aus dem Hafengebiet verbrauchte zur Oxydation an Kaliumpermanganat

unfiltriert:

Probe I 41,1, Probe II 39,4, Probe III 48,03 Milligramm auf 1 Liter,

filtriert:

Probe I 31,3, Probe II 31,6, Probe III 31,39 Milligramm auf 1 Liter.

Methoden.

2. **Bestimmung des Sauerstoffs.** Zur quantitativen Ermittelung des im Wasser gelösten Sauerstoffs habe ich nach der WINKLERschen Methode gearbeitet (189 p. 308). Zwar wurden versuchsweise nebenher auch Bestimmungen mit dem MÜLLERschen „Tenax"-Apparat (120) ausgeführt, da aber die Ergebnisse dieses physikalisch-chemischen Verfahrens nicht immer gleichmäßig waren, meistens auch zu niedrige Zahlen lieferten, habe ich nur die nach der exakteren WINKLERschen Methode erhaltenen Resultate benutzt.

Bemerkt sei hier, daß der zweifellos genial ersonnene Tenaxapparat doch an gewissen Mängeln leidet und durchaus nicht ganz so einfach zu behandeln ist, wie sein Erfinder angibt, und daß er auch dem damit Eingeübten gegenüber der WINKLERschen Methode keinerlei Vorteile bietet. Von der für diese Arbeit zu wenig genauen Abschätzung mit Hilfe der HOFERschen Farbentafel (52) mußte ebenfalls abgesehen werden.

3. **Die Sauerstoffzehrung.** Besonderer Wert wird bei der Beurteilung von Wasserproben seit einigen Jahren auch auf die Sauerstoffzehrung (177) in denselben gelegt. Man versteht unter dieser Bezeichnung die Verminderung, welche der ursprüngliche Sauerstoffgehalt eines Wassers erleidet, wenn man es unter Luftabschluß 24 Stunden lang einer Mazerationswärme von 22° aussetzt. Die Vorgänge, welche unter diesen Umständen eine Veränderung des Sauerstoffgehalts bewirken, sind indessen viel zu komplizierter und veränderlicher Natur, als daß man dem Endergebnis überhaupt eine ausschlaggebende kritische Bedeutung beilegen darf. Man muß sich immer vergegenwärtigen, daß bei der sogenannten Sauerstoffzehrung, die unter Umständen auch in eine Sauerstoffvermehrung umschlagen kann, die verschiedensten Faktoren in stets wechselnder Intensität zusammenwirken. Zum besseren Verständnis des Gesagten diene folgende Betrachtung. Reines destilliertes Wasser nimmt einfach durch Diffusion aus der Luft deren Bestandteile, also auch den Sauerstoff, bis zu einem Grade auf, der sich nach dem jeweiligen Barometerstande und nach der Temperatur des Wassers regelt (189 p. 324—331). Beurteilung.

Dasselbe geschieht zwar auch in jedem belebten stehenden oder fließenden Gewässer (54, 68), wo die Absorption der Gase noch durch Strömung und Wellenschlag beschleunigt werden kann (68), doch bildet hier die Atmosphäre nicht die alleinige Quelle für den Sauerstoffgehalt, vielmehr besitzen diese Heimstätten organischen Lebens in einem Teil ihrer Bewohner, nämlich in den Blattgrün oder verwandte Farbstoffe in ihrem Körper bildenden Pflanzen, ein ganzes Heer von Sauerstoffproduzenten. Durch ihren Lebensprozeß zerlegen diese Organismen, wie allgemein bekannt, je nach der Intensität des Lichtes mehr oder weniger lebhaft die im Wasser gelöste, vom Atmungsprozeß der tierischen Wasserbewohner und aus anderen Quellen herstammende Kohlensäure, indem sie den Kohlenstoff und einen Teil des Sauerstoffs zum Aufbau (und zur Vermehrung) ihrer Körper verbrauchen und den freiwerdenden Teil des Sauerstoffs ausscheiden. Bei Lichtabschluß freilich treten unter Ausgabe von Kohlensäure andere Erscheinungen ein, doch bleibt im Wechsel der Tageszeiten die Sauerstoffproduktion stets vorwaltend (vgl. auch 20, 54, 68, 70, 105, 138, 163, 187). Verschiedene Herkunft: Produzenten.

Verbrauch: Konsumenten.

Den Sauerstoffproduzenten stehen die Sauerstoffkonsumenten gegenüber, die wieder zwei grundverschiedenen Gruppen von Lebewesen, dem Tierreich und dem großen Heer der Spaltpilze angehören. Die Tiere verbrauchen bekanntlich zur Erhaltung ihres Atmungsprozesses während ihrer ganzen Lebensdauer Sauerstoff und geben Kohlensäure aus. Anders ist die Art des Sauerstoffverbrauchs derjenigen als Sauerstoffkonsumenten auftretenden Spaltpilze, die wir aërobionte Bakterien nennen, indem dieselben, eine sauerstoffübertragende Rolle spielend (160 p. 225), die Oxydation der im Wasser vorhandenen leblosen organischen Stoffe einleiten und vielfach bis zur vollkommenen Vergasung und Mineralisation durchführen.

Zusammenfassend können wir den Gehalt eines Gewässers an freiem Stauerstoff als das Produkt bezeichnen aus dem Zusammenwirken von Luftdruck und Wassertemperatur, in Gemeinschaft mit den im Wasser sich abspielenden Lebensvorgängen seiner pflanzlichen und tierischen Bewohner.

Wechsel im Mengenverhältnis von Produzenten und Konsumenten.

Die Mengen all dieser, in bezug auf die Sauerstoffbewegung im Wasser so verschiedenartigen Organismen sind aber durchaus nicht immer gleich groß, sondern häufig, sowohl in ihrer Gesamtheit, wie auch im Auftreten der einzelnen Formen, bedeutenden Schwankungen unterworfen, und darunter auch solchen Schwankungen, die sich ganz unabhängig von der „besseren" oder „schlechteren" Beschaffenheit eines Wassers einstellen. Weil aber diese Schwankungen, die vielfach in der Periodizität der Entwickelung einzelner Tier- oder Pflanzenformen ihren Grund haben und in keinerlei Beziehung zu der „Verschmutzung" des Wassers stehen, auch die Zehrungsvorgänge oft recht stark beeinflussen, so sind wir zurzeit noch nicht imstande, uns aus der Intensität dieser Zehrung ein brauchbares Urteil über den Zustand eines Wassers zu bilden. Im allgemeinen freilich werden mit organischen Stoffen stark beladene Gewässer öfter eine höhere Sauerstoffzehrung zeigen, als solche von geringer Oxydierbarkeit.

Verschiedene weniger in Betracht kommende Mängel dieser Methode will ich hier übergehen und nur noch einen wesentlicheren Umstand besprechen, der anscheinend seither nicht genügend beachtet wurde.

Wirkung des Lichtes.

Die größte Schwäche in der Ausführung der Zehrungsuntersuchung liegt nämlich in der Unbeständigkeit der Lichtstärke, unter deren wechselndem Einfluß der Prozeß sich abspielen muß. Bekanntlich geben die Grünpflanzen, somit auch die Planktonalgen, den meisten Sauerstoff im direkten Sonnenlicht aus. Mit Abnahme des Lichtes vermindert sich auch die Sauerstoffproduktion, um bei eintretender Dunkelheit ganz aufzuhören und schließlich, wie bereits p. 53 bemerkt, einer Sauerstoffaufnahme Platz zu machen. Mithin werden die Zehrungs-

ergebnisse, die an trüben Tagen erzielt wurden, nicht mit solchen von klaren, sonnigen Tagen vergleichbar sein, ja es kommt sogar darauf an, zu welcher Tageszeit man den Zehrungsvorgang unterbricht. Hat man eine Probe bei vorgerückter Tageszeit, etwa mittags, zur Zehrung hingestellt und beendet den Prozeß 24 Stunden später bei Sonnenschein, so erhält man ein geringeres Zehrungsergebnis, als wenn man genötigt ist, den Versuch am frühen Morgen zu beginnen und folglich andern Tags auch am frühen Morgen zu beenden.

Schlußfolgerung.

Da man also ganz außerstande ist, für die Zehrungsvorgänge neben einer gleichbleibenden „Normaltemperatur" auch noch eine gleichbleibende „normale Belichtung" zu schaffen, so fehlt uns eine der wichtigsten Bedingungen zur Erzielung vergleichbarer Resultate.[1])

Im Hinblick auf die vielen und großen Mängel, welche dieser Methode anhaften, konnte ich mich nicht zu ihrer praktischen Verwendung bei der Elbuntersuchung entschließen, trotzdem ihr anderwärts großer Wert zur Beurteilung von Wasserproben beigemessen wird (177).

II. Planktologisches.

Die seit der Publikation unserer Fang- und Untersuchungsmethoden (197) gesammelten Erfahrungen haben zu verschiedenen Neuerungen und Verbesserungen in der Arbeitsweise geführt, die hier noch zu beschreiben sind. Neu eingeführt wurden:

Streckenfänge

1. **Qualitative Streckenfänge.** Zu beiden Seiten des Dampfers ist, wie Tafel I Fig. 1 zeigt, je ein eisernes Rohr von 5 Meter Länge und 3,5 Zentimeter lichter Weite in Neigung gegen den Bug des Schiffes derart befestigt, daß die vorderen Mündungen beider Röhren 20 bis 30 Zentimeter unter Wasser tauchen, während unter jeder der hinteren Mündungen in genügender Höhe über dem Wasser ein Planktonnetz hängt. Schon bei mittlerer Fahrgeschwindigkeit des Dampfers steigt das Wasser in den Röhren bis zum Überlaufen und ergießt sich ohne Unterbrechung in starkem Strahl in die untergehängten Netze, in welchen es beim Durchfließen genügendes Material zur qualitativen Planktonbestimmung zurückläßt. Bei wechselweiser Entleerung der beiden Netze lassen sich bei größeren Fahrten ohne irgendwelchen Zeitverlust ganze Reihen von Streckenfängen beliebiger Ausdehnung sammeln.

[1]) Gelegentlich kritischer Untersuchungen über Sauerstoffzehrung, die ich später neben Untersuchungen über Oxydierbarkeit veröffentlichen will, habe ich beim Anwachsen des Diatomeenbestandes in der Elbe, trotz hohem Gehalt des Wassers an gelösten organischen Stoffen, mehrfach statt Zehrung Zunahme des freien Sauerstoffs beobachtet, eine Erscheinung, die vermutlich auch schon anderen begegnet sein wird.

Allerdings müssen zur Erziehung genügend starker Wasserstrahlen Länge und Querschnitt der Röhren ebenso wie ihr Neigungswinkel zur Wasserfläche in möglichst günstigem Verhältnis zueinander und zur Fahrgeschwindigkeit stehen.

Vereinfachung der Pumpenfänge.

2. **Der quantitative Fang** des Planktons wird, wie seit Beginn der Elbuntersuchung, ausschließlich durch die bereits früher beschriebene Planktonpumpe (197 p. 141—148), als der einzigen zuverlässigen Vorrichtung, bewirkt. Fortgesetzte Versuche haben indessen gezeigt, daß die Genauigkeit der Ergebnisse nicht beeinträchtigt wird, wenn man in periodischen Absätzen unter jedesmaliger geringer Hebung des Saugkorbes pumpt, statt den Saugkorb durch ein an der Pumpe angebrachtes Hebewerk (197 p. 145) ohne Unterbrechung bei unausgesetzter Wasserförderung durch das Wasser zu heben. Der Nutzen dieser Abänderung liegt in einer bedeutenden Zeitersparnis.

Ein Fang gestaltet sich jetzt folgendermaßen: Nach vorausgegangener Lotung wird der Schlauch mit dem Saugkorb in die Tiefe gesenkt, dann wird so lange gepumpt, bis man sicher ist, das beim Niederlassen des Saugkorbes aus allen Schichten der Wassersäule in den Schlauch gelangte Wasser entfernt zu haben, und nur noch solches aus der Tiefe zu fördern, in welcher sich gerade der Saugkorb befindet. Nunmehr wird die Verbindung des Pumpkörpers mit dem Kessel hergestellt und durch eine bestimmte Zahl Schwungraddrehungen die erste Portion Wasser in den Kessel gepumpt. Darauf hebt man durch Drehung der Walze, von welcher der den Saugkorb tragende Stahldraht abläuft, den Saugkorb um einen Viertelmeter, pumpt durch dieselbe Anzahl Schwungraddrehungen wie vorhin dieselbe Wassermenge in den Kessel und fährt so fort, bis der Saugkorb an der Oberfläche angekommen ist. Dann hebt man letzteren, so daß er frei in der Luft schwebt, und treibt durch fortgesetztes Pumpen den Wasserrest aus dem Schlauch und schließlich noch Luft durch den Kessel, wodurch eine gleichmäßige Mischung der gesamten in den Kessel geförderten Wassermenge bewirkt wird. Unverweilt, d. h. bevor noch eine Entmischung der gleichmäßig im Kessel verteilten Schwebkörperchen durch Absetzen eintreten kann, läßt man durch den Ablaufschlauch die zur Zählanalyse für nötig erachtete Wassermenge in genau markierte, weithalsige, zylindrische Meßflaschen von 12,5 Liter Inhalt fließen und fügt dem Inhalt jeder Flasche noch 60 Kubikzentimeter Formalin zur Abtötung und Konservierung hinzu.

Die Zahl der Schwungraddrehungen richtet sich bei jedem quantitativen Fang nach der Höhe der in Frage kommenden Wassersäule. Beträgt diese z. B. 5 Meter, so fördert man von 0,25 zu 0,25 Meter mit je 8 Drehungen jedesmal 4 Liter, also für den ganzen Fang 80 Liter

Wasser, hat man aber mit 10 Meter Tiefe zu rechnen, so pumpt man von Viertel- zu Viertelmeter mit nur 4 Drehungen je 2 Liter, also auch 80 Liter. Bei 15 Meter Tiefe wird man mit jedesmal 3 Umdrehungen 1,5 Liter, zusammen 90 Liter fördern usw. Unter allen Umständen ist es nötig, den Kessel, der 100 Liter Inhalt hat, nicht bis obenan zu füllen, damit die zur Mischung durchgetriebene Luft, die eine sehr lebhafte Bewegung des Inhalts verursacht, nicht Teile desselben hinausschleudert.

3. **Die Vorbereitung der Fänge zur Zählanalyse.** An die Stelle der Filtration durch Filterkerzen nach voraufgegangener Sedimentierung ist reine Sedimentierung mit vorsichtigem Absaugen der geklärten Flüssigkeit getreten. Die zylindrischen Meßflaschen mit den Fängen werden im Laboratorium 14 Tage, unter Umständen nach Zusatz von 1 % Kochsalz[1]), der Ruhe überlassen. Erst wenn sich der Inhalt vollkommen klar abgesetzt hat, wird das a. a. O. p. 151 beschriebene Saugkörbchen, das mit der BUNSENschen Wasserstrahlluftpumpe verbunden ist, bis zu etwa 4 Zentimeter Abstand über dem Bodensatz ganz langsam und unter Vermeidung jeder Erschütterung eingesenkt, während die Luftpumpe schon vor dem Eintauchen in Tätigkeit getreten sein muß. Nachdem die Wassermenge bis auf einen kleinen Rest abgesaugt ist, wird die Röhre mit dem Saugkörbchen aus der Flasche genommen und der Bodensatz samt dem darüberstehenden Wasser unter sorgfältigem Nachspülen und Abspritzen der Gefäßwände mit der früher beschriebenen konstanten Spritze (197 p. 153) in einen 10—12 Zentimeter weiten Standzylinder von etwa 2 Liter Inhalt gebracht. Dieser Zylinder wird mit einem Glasdeckel bedeckt und bis zur vollkommenen Abklärung des Inhaltes der Ruhe überlassen; dann wird auch aus ihm wieder, wie oben beschrieben, das überstehende Wasser bis auf einen kleinen Rest vom Bodensatz abgesaugt. Nun spült man — wieder quantitativ genau — den Bodensatz samt dem Wasserrest in ein tariertes Arzneifläschchen von 250 Gramm Inhalt, fügt unter leichtem Umschwenken, zum Färben der Organismen, verdünnte Erythrosinlösung bis zur dauernden, nicht zu intensiven Rötung der Flüssigkeit hinzu und läßt in der verkorkten Flasche zum drittenmal absetzen. Erst kurz vor der Herstellung der Zählplatten wird das klare rötlich gefärbte Wasser bis auf einen kleinen Rest mittels eines feinen, mit der Luftpumpe verbundenen Röhrchens (Nadelkanüle einer Subkutanspritze) ganz langsam abgesaugt und dann der Rückstand kunstgerecht mit Quittenschleim innig vermischt (197 p. 162) und mit solchem auf ein bestimmtes Gewicht gebracht, dessen Höhe dem Volum des Planktons (samt Detritus) anzupassen ist.

Einengen der Fänge.

Färben des Planktons

[1]) Durch den Zusatz von Kochsalz wird die sonst sehr langwierige Abscheidung toniger Trübung wesentlich beschleunigt.

Hat man in einem Fang mit Clathrocystisformen zu rechnen, die infolge ihres geringen spezifischen Gewichtes stets der Oberfläche des Wassers zustreben, so ist man genötigt, mit besonderer Sorgfalt zu verfahren, das Saugkörbchen rasch unter die Oberfläche zu tauchen und es dann erst langsam tiefer zu senken. Weil sich Clathrocystis und einige andere Chroococcaceen mit Vorliebe an den Gefäßwänden festsetzen und dann nur schwierig und nicht ohne Verlust wieder ablösen lassen, entziehen sich diese Algen vorläufig noch der genaueren quantitativen Bestimmung. Zwar sinken sie auf Zusatz genügender Mengen von Ätheralkohol (197 p. 152) sowie durch Anwendung von Druck (1, 63, 65) zu Boden, doch läßt sich diese Eigenschaft aus technischen Gründen nicht für unsere Zwecke ausnützen.

Obschon die Sedimentiermethode etwas mehr Zeit beansprucht als die Filtration, bedeutet sie doch eine wesentliche Vereinfachung der Arbeit, weil sie keinerlei Beaufsichtigung bedarf und weil die Trennung der überständigen Flüssigkeit vom Plankton sehr viel schneller und müheloser vonstatten geht als das Filtrieren.

Zählpräparate. 4. **Die Herstellung der Zählpräparate** (197 p. 164). Eine wesentliche Neuerung ist die Färbung des Zählmaterials (siehe oben) mit dem unter dem Namen Erythrosin käuflichen Tetrajodfluoresceïn-Natrium. Zur Einführung dieser Färbung hatte das Bedürfnis nach besserer Unterscheidung der zu zählenden Planktontiere von den Fremdkörpern in den Präparaten Veranlassung gegeben, zumal die Detritusmengen — seit dem gänzlichen Wegfall des Sammelns der Pumpfänge im Gazenetz in den Planktonproben nicht unerheblich zugenommen haben. Die Schwierigkeit der Unterscheidung wird durch die Erythrosinfärbung um so gründlicher gehoben, als sich dieser Farbstoff fast ausschließlich auf den in Betracht kommenden Organismen und nur ausnahmsweise hier und da auch auf einzelnen Detritusstückchen niederschlägt. Nebenbei hat das Erythrosin die schätzenswerte Eigenschaft, als Reagens auf Dauereier von Rotatorien und Cladoceren zu dienen, indem es in diese hartschaligen Eier — solange ihre Schalen unverletzt sind — gar nicht oder doch nur sehr langsam eindringt, während die dünnschaligen Sommereier rasch durchdrungen und meistens intensiver als die ausgebildeten Tiere gefärbt werden.[1])

Entsprechend den geringeren Materialmengen, welche im Vergleich zu früher, als noch Hunderte von Litern durch ein Planktonnetz gepumpt wurden, durch die Abänderung der Fangmethode zur Präparation gelangen, müssen die Zählpräparate jetzt durchschnittlich größer an-

[1]) Vermutlich ist diese Erscheinung durch die größere Anhäufung von Albuminaten in den Eiern bedingt.

gelegt werden. Für Rädertiere kommen nur noch mindestens zwei Gramm, für Krebse, je nach Reichtum des Materials an solchen, größere Mengen Schleimpräparat zur Auszählung. Um möglichst genaue Resultate zu erzielen, zähle ich jetzt bei Fängen, die arm an Krustern sind, die Hälfte, unter Umständen auch den ganzen Fang aus. Weil es sich dabei aber um mindestens 50 bis 100 Gramm des schleimigen Zählpräparates handelt, die 12 bis 24 große Zählplatten bedecken würden, muß eine zweckdienliche Konzentration des Krebsmaterials vorgenommen werden. Zu diesem Zweck spannt man auf einen rechtwinkligen Holzrahmen von 12 18 Zentimeter lichter Seitenlänge ein entsprechend großes Stück Planktongaze Nr. 4, benetzt es gründlich mit Wasser und gießt nun langsam das genau gewogene Schleimpräparat (unter Nachspülen des angewandten Mischglases mit reinem Quittenschleim) derart auf die Gazefläche, daß die Krebse möglichst gleichmäßig verteilt auf der Gaze liegen bleiben, während die Masse des Quittenschleimes samt den meisten übrigen Planktonten und fast allem Detritus durch die Maschen in eine untergestellte Schale abfließen. Sobald dies geschehen ist, wird das Gazestück mit dem Deckglas (Spiegelglas von einem Millimeter Dicke) bedeckt, dann mit diesem und dem Rahmen — das Deckglas nach unten umgedreht, der Rahmen entfernt und an seiner Stelle die als Objektträger dienende Glasplatte aufgelegt. Nach abermaligem Umdrehen hat man die auf der Gaze ausgebreiteten Copepoden oder Cladoceren zählfertig vor sich. Will man mit schiefstehendem Mikroskop arbeiten, so ist es nötig, die Deckplatte ringsum mit einer rasch hart werdenden Verschlußmasse aufzukitten.[1]) An unserem Zählmikroskop (196 p. 166) habe ich das bildaufrichtende Prisma entfernt und dafür eine Vorrichtung zur Schiefstellung angebracht (Taf. II).

Krebs-Zählpräparate

5. **Zusammenfassung der Abänderungen und Neuerungen.** Nach vorstehendem sind also folgende Abänderungen und Neuerungen in unserer Planktonmethode zu verzeichnen:

1) Qualitative Streckenfänge für größere Fangfahrten.

2) Beim quantitativen Fang des Planktons dient der Kessel der Planktonpumpe nicht mehr zum Abscheiden des Sandes, sondern zum gleichmäßigen Vermischen des Planktonfanges.

3) Das Sammeln der Planktonten in Gazenetzen ist bei Quantitativfängen gänzlich weggefallen; an seine Stelle ist ausschließlich das Sammeln und Sedimentieren in großen Meßflaschen getreten.

[1]) Zum Verschluß bediene ich mich seit mehreren Jahren eines geschmolzenen Gemisches von 4 Teilen gelbem Wachs, 2 Teilen Fichtenharz, 1 Teil Talg, 1 Teil Terpentin. Dieses Gemisch wird heiß mit einem kleinen Pinsel aufgetragen. Beim Erkalten erhärtet es ohne spröde zu werden, und nach geleistetem Dienst läßt es sich leicht mit Messer oder Spatel wegnehmen. Die letzten Reste werden mit Benzin abgewaschen.

4) Die Filtration durch Kohlefilter ist durch geeignete Sedimentierung und Entfernen des geklärten Wassers durch Absaugen ersetzt.

5) Die Planktonorganismen werden mit Erythrosin gefärbt und nur noch in größeren Präparaten ausgezählt.

Zur Kritik anderer Methoden.

6. **Kritik der quantitativen Methoden.** An dieser Stelle möchte ich noch einmal darauf hinweisen (vgl. 198 p. 96—99), daß es nur durch die von uns angewandten Methoden ermöglicht wird, bezüglich der Höhe und der quantitativen Zusammensetzung des Planktongehaltes eines Gewässers zu befriedigenden, der Wahrheit nahe kommenden Ergebnissen zu gelangen, und daß alle sogenannten quantitativen Planktonmethoden, soweit sie auf Netzfängen und Papierfiltration beruhen, darunter auch die neuerdings angewandten Schöpffänge[1]) nur geeignet sind, falsche Bilder von diesen Verhältnissen zu geben. Es unterliegt keinem Zweifel, daß Trugschlüsse über den Wert der Beteiligung der Schwebewesen an der Selbstreinigung der Gewässer lediglich auf Mängel in den angewandten Methoden zurückzuführen sind. Selbst für die Bestimmung des Tierplanktons kann man z. B. der Schöpfmethode kaum die Bezeichnung einer „Bruttomethode" zugestehen, hauptsächlich, weil sie nur Material von der Oberfläche des Wassers zur Untersuchung liefert.

Durch kein anderes Verfahren hätten wir Kenntnis von dem gewaltigen Reichtum der Elbe an Planktonalgen erhalten können, wie es erst durch die Zählungen unseres Mitarbeiters H. SELK bekannt geworden ist. Seit der Veröffentlichung seines ersten Erfolges (198 p. 96) ist er gelegentlich weiterer Bearbeitung von Phytoplankton aus der oberen Elbe sogar noch zu überraschenderen Ergebnissen gelangt, die sich folgendermaßen darstellen:

Ein Kubikmeter Wasser enthielt[2])

Chlorophyceae:	1. Confervoideae	69 600 000	19 356 000 000
	2. Palmellaceae	19 249 600 000	
	3. Desmidiaceae	36 800 000	
Bacillariaceae:	1. Raphideae........	55 200 000	61 115 200 000
	2. Pseudoraphideae ..	29 330 400 000	
	3. Cryptoraphideae...	31 729 600 000	
Schizophyta			10 616 800 000
Unsicherer Stellung			1 731 200 000
		zusammen....	92 819 200 000.

[1]) Die Schöpffänge kann man nur gelten lassen, wenn sie ausschließlich zur Bestimmung der größeren Tiere im Oberflächenplankton eines stehenden Gewässers dienen sollen (150).

[2]) Cönobien, Familien und Bänder = 1 gezählt.

Diesem Ergebnis liegt eine fast siebenmonatliche Tätigkeit meines Freundes SELK am Zählmikroskop, bei täglich vierstündiger Arbeit, zugrunde. Gezählt wurde bei 250—750fachen Vergrößerungen.

III. Ausführung der Wertbestimmung der Planktonkruster.

Zur Gewichtsbestimmung der Planktonkrebse und der wichtigsten Stoffgruppen, aus welchen ihre Körperchen aufgebaut sind, müssen wir vor allem suchen, uns aus dem „Rohplankton", d. h. dem Gemisch der vielerlei in dieser Arbeit aufgezählten Lebewesen mit organischem und Mineral-Detritus, genügende Mengen von „Reinmaterial", also die zu untersuchenden Krebsformen, ohne jede Beimengung anderer Körper, zu verschaffen.

Für Eurytemora affinis gestaltet sich diese Vorarbeit verhältnismäßig einfach, indem man das im Wasser verteilte Rohplankton auf einem Sieb von Müllergaze Nr. 4 auswäscht, wobei alle übrigen Planktonorganismen, die in unserem Arbeitsgebiete vorkommen, samt dem Detritus durch die Maschen gehen, während die Eurytemoren auf der Gaze zurückbleiben. Ich bediene mich bei dieser Arbeit eines Auerlampen-Zylinders, über dessen unteres Ende die Gaze straff gespannt und gebunden ist. Dieses Zylindersieb wird in ein weiteres weniger hohes Wassergefäß gestellt, dann mit dem in Wasser verteilten Rohplankton beschickt, vorsichtig auf- und ab-, auch hin- und herbewegt, dann herausgenommen, das getrübte Wasser im größeren Gefäß gegen reines gewechselt, das Sieb mit dem schon wesentlich reineren Krebsplankton wieder eingesetzt und so fortgefahren, bis eine Prüfung unterm Mikroskop in dem Inhalte des Siebes nur noch Eurytemora, aber keine Fremdkörper mehr erkennen läßt. Proben mit Eurytemora dürfen nicht zu rasch bewegt werden, weil sonst zu viele der empfindlichen Krebschen zerreißen und ganz besonders leicht ihre Eisäckchen verlieren würden.

Vorbereitung des Materials.

Nicht so einfach wie bei den durch ihre Größe ausgezeichneten Eurytemoren ist die Reinauslese der viel kleineren Bosmina longirostris cornuta aus dem Rohplankton, und sie würde kaum zu ermöglichen sein, wenn uns nicht bei diesen Tierchen eine besondere Eigentümlichkeit ihrer Schale zu Hilfe käme. Geraten sie nämlich durch irgend einen Zufall mit Luft in Berührung, so bleiben sie an der Oberfläche des Wassers wie winzige Öltröpfchen schwimmend und sinken nicht wieder unter. Verteilt man nun Plankton, welches Bosminen enthält, in einer genügenden Menge Wasser und durchlüftet dieses mit einer der bekannten Durchlüftungsvorrichtungen, so werden sich vielfach Luftbläschen an den verschiedensten Kleinkörpern des Planktons ausscheiden und solche beim Aufsteigen mit an die Oberfläche bringen, wo die Luftbläschen

bald zerplatzen. Während nun Detritusstückchen, Copepoden, Räder- und Urtierchen wieder zu Boden sinken, bleiben die Bosminen an der Oberfläche, können hier abgeschöpft und auf Planktongaze Nr. 10 so wie Eurytemora bis zur völligen Reinheit weiterbehandelt werden.[1]) Obwohl ihre Schalen widerstandsfähiger sind als die mehrgliedrigen der Copepoden, so bedürfen die Bosminen doch auch einer vorsichtigen Behandlung, weil andernfalls viele Eier und Embryonen aus den Bruträumen fallen und für die Bestimmung verloren gehen.

Im Hinblick darauf, daß verschiedene Verwandte der Bosminen (wie auch bei den Eurytemoren einige andere Copepoden) nicht von der zu untersuchenden Hauptform zu trennen sind, könnte man wohl Zweifel gegen die Genauigkeit der Methode erheben; da indes in den bearbeiteten Proben auf 1000 Eurytemoren höchstens drei andere Copepoden und auf 100 Bosminen kaum zwei andere, noch dazu gleich große Cladoceren kommen, so wird man zugeben müssen, daß von einer nennenswerten Fehlerquelle im vorliegenden Falle kaum die Rede sein kann.

Während von Eurytemora eine für die verschiedenen Gewichtsbestimmungen genügende Probe schon innerhalb einer Stunde in der nötigen Reinheit zu erzielen ist, nimmt dieselbe vorbereitende Arbeit bei Bosmina immerhin einige Tage in Anspruch. Die gewichtsanalytischen Arbeiten selbst verlaufen für die beiden Krebsformen ganz gleich.

„Lebendgewicht."

Zur Ermittelung des durchschnittlichen Gewichts einschließlich der Körperfeuchtigkeit — also sozusagen „des Lebendgewichtes" wird das reine Krebsmaterial auf einem genügend vorbereiteten und gewogenen Filter von Planktongaze Nr. 20[2]) gesammelt und mit destilliertem Wasser ausgewaschen. Darauf wird das Gazefilter mit einem genügend starken Seidenfaden, der vorher mit dem leeren Filter zusammen gewogen war, zu einem Beutel verschnürt, bei 2500 bis 3000 Umdrehungen in der Minute bis zum (annähernd) gleichbleibenden Gewicht zentrifugiert und dieses notiert. Von diesem Material wird nunmehr eine gewogene Probe gleichmäßig in Quittenschleim verteilt (197 p. 162) und diese Mischung auf ein bestimmtes, der Größe der darin enthaltenen Krebsprobe entsprechendes Gewicht gebracht.[3]) Durch

[1]) Besser noch gelangt man zum Ziel, wenn man das Wasser mit dem Plankton unter die Glocke der Luftpumpe bringt, wo sich beim Evakuieren die im Wasser gelöste Luft in Bläschen größtenteils von den Kleinkörpern ausscheidet. Die Bläschen zerplatzen in verdünnter Luft rascher als unter gewöhnlichem Druck.

[2]) Die Gaze samt dem nachher genannten Seidenfaden muß entfettet, nacheinander mit verdünnter Salzsäure und Wasser ausgezogen, dann noch mit destilliertem Wasser ausgekocht und schließlich bei 110° getrocknet sein.

[3]) So, daß auf eine etwa 2 Gramm wiegende Stichprobe dieses schleimigen Gemisches nicht unter 200 und nicht über 500 Krebse kommen. Bei sorgfältiger Arbeit stimmen dann die Kontrollzählungen auf 2—3 vom Hundert.

Auszählung genau gewogener Stichproben läßt sich nun leicht die Gesamtzahl der zentrifugierten Eurytemoren (oder Bosminen) sowie das Durchschnittsgewicht der Einzeltiere und das Gewicht der im ganzen quantitativen Fang, bezw. der in einem Kubikmeter Wasser vorhanden gewesenen Krebse berechnen. Zunächst bestimmt man

die Trockensubstanz im ganzen. Das Gazefilter mit der auf ihm verbliebenen Hauptmenge des zentrifugierten Materials wird nochmals gewogen und bei 110° C. ausgetrocknet. Die Gewichtsdifferenz bezeichnet den Wassergehalt, der gewogene Rest (abzüglich des Filtergewichts) die Trockensubstanz der Tierkörper einschließlich ihrer Chitinhülle. Trockensubstanz

Zur Aschebestimmung gibt man etwa die Hälfte der ausgetrockneten Krebse in einen ausgeglühten und tarierten Platintiegel, trocknet nochmals aus, wägt, äschert ein und glüht bis zum konstanten Gewicht. Salze.

Zur Ermittelung des Fettgehalts wird der auf dem Gazefilter verbliebene Rest nochmals getrocknet und gewogen, dann Gazefilter mit Inhalt im Ätherextraktionsapparat erschöpft, getrocknet und gewogen. Der durch die Ätherbehandlung erzielte Gewichtsverlust ist gleich dem gesuchten Fettgehalt. Fett.

Chitin und Muskelsubstanz (einschließlich gewisser Salze) werden in einer Arbeit festgestellt. Zu diesem Zweck wird der von der Fettbestimmung auf dem Gazefilter verbliebene Rest in einer tarierten Silberschale nochmals ausgetrocknet, gewogen und mit Kalilauge ausgekocht, dann mit Wasser in ein Becherglas gespült, auf etwa 200 cc verdünnt und bedeckt einige Tage zum Sedimentieren der Ruhe überlassen. Nach vollständiger Klärung wird die überstehende Flüssigkeit klar abgesaugt, der Bodensatz in etwa 100 cc Wasser verteilt, auf einem tarierten Filter gesammelt, ausgewaschen, getrocknet und gewogen. Auf dem Filter befinden sich die Chitinpanzer, der Gewichtsverlust bezeichnet die Gesamtmenge der übrigen in Äther unlöslichen Stoffe, in der Hauptsache die Muskelsubstanz und ihre Mineralsalze. Die weitere Bestimmung des Reinchitins und der Kalksalze in den Panzerchen ist für unsere Zwecke überflüssig, da es hier nur darauf ankommt, den ungefähren Wert der Planktonkrebse der Elbe als Fischnahrung zu zeigen. Muskelsubstanz und Chitin.

Tabelle Ia.

1904				1905				Das Phytoplankton.	1904						1905					
Obere Elbe	Untere Elbe			Obere Elbe	Untere Elbe				September					Oktober	September				Oktober	
	Nordseite	Mitte	Südseite		Nordseite	Mitte	Südseite		9.	13.	20.	27.	30.	11.	5.	12.	19.	26.	3.	10.
								Chlorophyceae.												
		+						Chaetopeltis minor Moebius					+							
+								Oedogonium cryptoporum Wittr. var. vulgare Wittr.		+										
	+							Hormiscia flaccida Ktz.				+								
				+	+		+	" " " var. minor Hansg.												+
+	+					+		" subtilis (Ktz.) de Toni	+	+		+		+		+				
		+						" " " " " var. albicans (Ktz.) Hansg.						+						
			+					" subtilis (Ktz.) de Toni var. subtilissima Rab.				+		+						
						+	+	" " " " " " variabilis (Ktz.) Kirchner												+
		+						" zonata (Weber & Mohr) Aresch.				+								
+				+	+		+	Gloeotila spiralis Chodat			+			+				+		+
						+		Stigeoclonium amoenum Ktz.											+	
	+			+	+			" tenue Rab.	+						+	+	+		+	+
						+		" " " var. gracile Ktz.							+					
+	+	+			+			Conferva bombycina (Ag.) Lagh.				+	+		+					
+								" " " " var. genuina Wille					+							
				+				" " " " " minor Wille										+		
			+					" martialis Hanst.						+						
	+			+				" " " forma crassior				+				+				
				+	+			" tenerrima Ktz.										+		
			+	+			+	" " " var. rhypophila Ktz.				+		+	+					+
								Microspora amoena (Ktz.) Rab.												
						+		" " " " Übergang zu var. gracilis Wille										+		
				+				Microthamnion Kuetzingianum Naeg.									+			
	+							Cladophora spec.				+								
+	+	+	+	+	+	+	+	Scenedesmus acuminatus (Lagh.) Chodat (einschließl. dimorphus Ktz.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	" bijugatus (Turp.) Ktz.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
				+	+	+		" " " " var. alternans (Reinsch) Hansg.							+		+	+	+	+
+								" bijugatus (Turp.) Ktz. forma disciformis Chodat						+						
				+	+			" bijugatus (Turp.) Ktz. forma seriatus Chodat							+			+		
+								" curvatus Bohlin				+	+							
+		+	+	+	+			" hystrix (Lagh.) Chod. em.		+	+			+		+	+		+	
				+				" " " " " cohaerens										+		
				+			+	" " " " " f. acutiformis (S. acutiformis Schroed.)							+					+
+	+	+	+	+	+	+	+	" hystrix (Lagh.) Chod. em. f. armatus Chod.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+		+		+		+	+	" hystrix (Lagh.) Chod. em. f. armatus Chod. abundans	+	+			+		+	+	+	+		+
+	+	+	+	+				" hystrix (Lagh.) Chod. em. f. armatus Chod. bicaudatus	+	+		+		+		+				
+							+	" hystrix (Lagh.) Chod. em. f. armatus Chod. cohaerens			+			+		+				

1904 Obere Elbe	1904 Untere Elbe Nordseite	1904 Untere Elbe Mitte	1904 Untere Elbe Südseite	1905 Obere Elbe	1905 Untere Elbe Nordseite	1905 Untere Elbe Mitte	1905 Untere Elbe Südseite	Das Phytoplankton.	1904 September 9.	1904 September 13.	1904 September 20.	1904 September 27.	1904 September 30.	1904 Oktober 11.	1905 September 5	1905 September 12.	1905 September 19.	1905 September 26.	1905 Oktober 3.	1905 Oktober 10.
							+	Scenedesmus hystrix (Lagh.) Chod. em. f. armatus Chod. setosus												+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ hystrix (Lagh.) Chod. em. f. brasiliensis (S. brasiliensis Bohlin)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+		+				„ hystrix (Lagh.) Chod. em. f. brasiliensis Chod. cohaerens					+						+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ hystrix (Lagh.) Chod. em. f. denticulatus (S. denticulatus Lagh.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+								„ hystrix (Lagh.) Chod. em. f. denticulatus bicaudatus				+								
+								„ hystrix (Lagh.) Chod. em. f. denticulatus cohaerens						+						
+								„ hystrix (Lagh.) Chod. em. Übergang von denticulatus zu echinulatus			+									
				+	+	+	+	„ hystrix (Lagh.) Chod. em. f. echinulatus (S. hystrix Lagh.)							+		+	+		+
+			+	+				„ hystrix (Lagh.) Chod. em. f. echinulatus Chod. cohaerens	+	+							+			
					+		+	„ hystrix (Lagh.) Chod. em. f. echinulatus Chod. quadricaudatus										+	+	
+	+	+	+	+	+	+	+	„ obliquus (Turp.) Ktz.	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ opoliensis Richter	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+		+	+	„ quadricauda (Turp.) Bréb. var. abundans Kirchner	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ quadricauda (Turp.) Bréb. var. bicaudatus Hansg.	+	+	+	+		+	+	+				
+	+	+	+	+	+	+	+	„ quadricauda (Turp.) Bréb. var. genuinus Kirchner	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
			+		+			„ quadricauda (Turp.) Bréb. var. setosus Kirchner						+				+		
							+	„ quadricauda (Turp.) Bréb. var. setosus Kirchner abundans												+
		+		+	+	+	+	„ spicatus W. & G. S. West					+			+			+	+
+								Coelastrum cubicum Naeg.	+											
+	+	+	+	+	+	+	+	„ microporum Naeg.	+	+	+	+		+						
+	+	+						„ proboscideum Bohlin	+		+			+						
				+		+	+	„ pulchrum Schmidle								+	+		+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ reticulatum (Dangeard) Senn		+	+		+	+		+	+	+	+	+
	+							„ scabrum Reinsch		+										
+	+	+	+	+	+	+	+	„ sphaericum Naegeli	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
		+						„ „ „ Übergang zu cubicum		+										
				+				„ „ „ Zwischenstufe zu scabrum												+
+					+	+	+	„ „ „ var. punctatum Lagh.				+						+	+	+
+		+	+	+				Pediastrum biradiatum Meyen			+		+	+			+			+
+								„ „ „ Übergang zu tetras						+						
+	+	+	+	+	+	+	+	„ Boryanum (Turp.) Menegh.	+	+	+		+	+	+	+		+	+	
						+		„ „ „ var. brevicorne A. Br.										+		
+		+						„ Boryanum (Turp.) Menegh. var. cruciatum Ktz.	+				+	+						
+	+	+		+	+	+	+	„ Boryanum (Turp.) Menegh. var. genuinum Kirchner		+	+	+		+	+	+	+	+		

1904				1905				Das Phytoplankton.	1904						1905					
Obere Elbe	Untere Elbe			Obere Elbe	Untere Elbe				September					Oktober	September				Oktober	
	Nordseite	Mitte	Südseite		Nordseite	Mitte	Südseite		9.	13.	20.	27.	30.	11.	5.	12.	19.	26.	3	10
+	+	+	+	+	+	+	+	Pediastrum Boryanum (Turp.) Menegh. var. granulatum (Ktz.) A. Br.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+								" Boryanum (Turp.) Menegh. var. integriforme Hansg.				+								
			+					" Boryanum (Turp.) Menegh. var. longicorne Reinsch				+								
							+	" Boryanum (Turp.) Menegh. f. muticum (Wille) Chodat										+		
					+			" constrictum Hassall												+
+	+	+	+	+	+			" duplex Meyen	+	+	+	+		+	+	+	+		+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	" " " var. asperum A. Br.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+			+	+	+	+		" " " " brachylobum A. Br.	+		+	+	+	+	+			+		+
+	+	+	+	+	+	+	+	" " " " clathratum A. Br.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+		+	+	+	+	+	+	" " " " genuinum A. Br. (P. selenaea Ktz.)		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	" " " " microporum A. Br.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+		+	+			" " " " reticulatum Lagh.			+				+					+
					+			" forcipatum (Corda) A. Br.							+	+				
+							+	" glanduliferum Bennett	+						+					
+				+	+			" integrum Naeg.						+	+		+			
+	+		+	+	+			" Kawraiskyi Schmidle		+	+	+		+			+	+		
					+			" simplex Meyen							+					
+				+	+			" " " var. duodenarium (Bail.) Rab.	+						+	+				
+		+			+		+	" tetras (Ehr.) Ralfs			+	+						+		+
+			+		+			" " " " f. a. Lagh.	+		+			+			+			
+	+	+	+	+	+	+	+	" " " " " b^2 "	+		+	+	+	+		+	+	+	+	+
+				+				" " " " " c^1 "	+		+		+			+				
		+						" " " " " biseriatum octocellulare						+						
+		+						" " " " var. excisum Rab.					+	+						
+								" " " " " " " forma a Lagh.				+								
			+					" " " " " excisum Rab. forma b^2 Lagh.						+						
+							+	" vagum Ktz.				+						+		
+		+				+		Ophiocytium capitatum Wolle var. longispinum (Moeb.) Lemm.		+				+				+		
		+						" cochleare (Eichwald) A. Br.						+						
+								Rhaphidium Pfitzeri Schroeder	+											
+	+	+	+	+	+	+	+	" polymorphum Fres. var: aciculare (A. Br.) Rab.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	+	+		+	+	+	+	" " Fres. var: falcatum Rab.					+	+			+	+	+	+
+								" " Fres. var. fusiforme (Corda) Rab.	+											
+			+	+			+	" " Fres. f. spirale Turner			+							+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	" " Fres. [Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs] = var. spirilliformis West	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+		+					+	" pyrenogerum Chod. f. aciculare Chod.						+			+			
						+		" " Chod. f. gelificatum Chod.												+

1904 Obere Elbe	1904 Untere Elbe Nordseite	1904 Untere Elbe Mitte	1904 Untere Elbe Südseite	1905 Obere Elbe	1905 Untere Elbe Nordseite	1905 Untere Elbe Mitte	1905 Untere Elbe Südseite	Das Phytoplankton.	1904 September 9.	13.	20.	27.	30.	1904 Oktober 11.	1905 September 5.	12.	19.	26.	1905 Oktober 3.	10.
+		+						Rhaphidium pyrenogerum Chod. f. septatum Chod.						+						
+	+	+						„ setigerum W. & G. S. West.			+		+	+						
+								Closteriopsis longissima Lemm.						+						
+	+	+			+	+		Kirchneriella contorta (Schmidle) Bohlin.	+		+		+	+		+				
+		+	+	+	+	+	+	„ lunaris Schmidle	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+		+						„ („ „ forma) obesa (West) Schmidle	+		+		+	+						
+		+			+		+	Selenastrum Bibrajanum Reinsch			+		+	+			+		+	
+	+	+	+	+	+	+	+	Actinastrum Hantzschii Lagh.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+		+	+	+	+	+	+	Tetraëdron caudatum (Corda) Hansg.	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
+				+		+		„ „ „ „ f. incisum Reinsch				+				+	+			
+								„ „ „ „ f. inerme Reinsch						+						
				+				„ hastatum Reinsch										+		
+	+	+	+	+		+		„ minimum (A. Br.) Hansg.	+	+	+	+	+	+		+	+		+	
+		+	+	+				„ „ „ „ f. apiculata Reinsch	+				+				+			
+		+	+	+	+			„ muticum (A. Br.) Hansg.	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+								„ „ „ „ f. minimum Reinsch	+											
+								„ „ „ „ f. minus Reinsch . .			+									
+		+		+	+		+	„ regulare Ktz.				+		+	+		+	+	+	
+								„ tumidulum (Reinsch) Hansg.			+									
+								Schizochlamys gelatinosa A. Br.	+											
+	+	+		+	+	+	+	Sphaerocystis Schroeteri Chod.	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+
				+				Tetraspora gelatinosa (Vauch.) Desv.								+				
							+	„ lubrica Ag.							+					
+		+	+	+	+		+	Hormospora minor Naeg.	+	+	+		+	+	+			+	+	+
+							+	Hofmannia appendiculata Chod.				+								+
+								Staurogenia apiculata Lemm.	+		+			+						
+			+	+	+	+	+	„ fenestrata Schmidle			+			+				+	+	+
+				+	+	+	+	„ heteracantha Nordst.						+		+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ multiseta Schmidle			+	+		+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+		+	„ „ „ var. punctata Schmidle	+	+	+	+		+		+	+	+	+	
+								„ quadrata Morren.						+						
+	+	+	+	+	+	+	+	„ rectangularis A. Br. (einschließlich irregularis Wille).	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+		+	+	+	+	+	+	„ Schroederi Schmidle		+		+	+	+		+	+	+	+	+
+		+		+	+		+	„ tetrapedia Kirchner	+		+			+	+		+	+	+	
+		+		+	+	+	+	„ (Crucigenia) triangularis Chod.			+	+	+	+			+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	Dictyosphaerium Ehrenbergianum Naeg.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ pulchellum Wood	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			+		+		+	„ reniforme Bulnh.						+	+		+			
+		+	+	+	+	+	+	Tetracoccus botryoïdes West	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
+				+			+	Nephrocytium Agardhianum Naeg.			+						+	+		
						+		„ „ „ forma majus Naeg.									+			
		+		+			+	„ lunatum West					+			+		+	+	
					+	+		Golenkinia radiata Chod.								+	+			
+		+	+	+	+	+	+	Richteriella botryoïdes (Schmidle) Lemm.	+		+	+		+		+	+	+	+	+
		+		+	+			„ „ „ „ f. quadriseta (Lemm.) Chod.					+				+	+		
+		+						Lagerheimia genevensis Chod.			+		+	+						
+		+						„ „ „ var. subglobosa (Lemm.) Chod.				+	+	+						
+								„ Marssonii Lemm.	+											
+				+				„ wratislawiensis Schroeder				+				+				

1904				1905				Das Phytoplankton.	1904						1905					
Obere Elbe	Untere Elbe			Obere Elbe	Untere Elbe				September					Oktober	September				Oktober	
	Nordseite	Mitte	Südseite		Nordseite	Mitte	Südseite		9.	13.	20.	27.	30.	11.	5.	12.	19.	26.	3.	10.
+					+			Chodotella ciliata (Lagh.) Lemm.	+							+				
			+					„ longiseta Lemm.			+									
							+	Centritractus belonophora (Schmidle) Lemm.								+				
+	+	+	+			+		Oocystis crassa Wittr.		+	+	+		+			+			
				+				„ „ „ f. asymmetrica West										+		
+								„ „ „ f. nodulosa West						+						
+					+			„ „ „ f. typica Chod.						+		+				
		+			+			„ lacustris Chod.		+	+					+				
+	+	+	+	+	+	+	+	„ Naegelii A. Br.	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ Novae Semljae Wille	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+
+	+	+		+	+		+	„ solitaria Wittr.	+	+	+			+		+	+	+		+
						+		Gloeocystis vesiculosa Naeg.								+				
	+			+	+	+		Botryococcus Braunii Ktz.				+			+	+		+		+
+				+		+	+	Dimorphococcus lunatus A. Br.	+								+		+	
				+				Dactylothece Braunii Lagh.									+	+		
			+					Pleurococcus Naegelii Chod.						+						
					+		+	„ „ „ (status Trochiscia)								+		+		+
+								„ vulgaris Menegh.						+						
+								„ „ „ f. Stichococcus	+											
		+						„ (status Hormotila)		+										
		+					+	Hexasterias problematica Cleve				+							+	
			+					Protococcus infusionum (Schrank) Kirchn.		+										
		+						Mougeotia spec.			+									
							+	Spirogyra tenuissima (Hassall) Ktz.									+			
				+				Hyalotheca dissiliens (Smith) Bréb.								+				
+			+					„ mucosa (Mert.) Ehr. var. emucosa Schmidle			+			+						
	+			+				Sphaerozosma excavatum Ralfs			+									+
					+	+		„ papillatum W. & G. S. West								+	+			
				+		+		„ vertebratum Ralfs												+
						+		Gonatozygon Kinahami Rab.										+		
				+	+		+	Closterium acerosum (Schrank) Ehr.							+		+	+		
+							+	„ „ „ var. elongatum Rab.			+									+
+		+						„ aciculare Tuffen West				+		+						
						+		„ acutum (Lyngb.) Bréb.										+		
+								„ angustatum Ktz.						+						
				+	+	+	+	„ cornu Ehr.									+	+		
+		+						„ juncidum Ralfs					+	+						
				+				„ Kuetzingii Bréb. var. vittatum Nordst.												+
				+		+		„ Leibleinii Ktz.										+		+
						+		„ linea Perty										+		
+		+	+			+	+	„ macilentum Bréb.	+	+	+						+			+
				+				„ moniliferum (Bory) Ehr.							+					
				+	+	+		„ peracerosum Gay var. elegans G. S. West							+	+				
+		+		+				„ praelongum Bréb. f. brevius Nordst.	+	+	+			+		+			+	
+		+		+				„ strigosum Bréb.	+			+	+		+					
		+						Arthrodesmus bifidus Bréb. var. truncatus West					+							
				+	+			Staurastrum gracile Ralfs									+			+
		+						„ paradoxum Meyen		+										
+			+					„ polymorphum Bréb.	+		+			+						
+	+	+		+	+			„ tetracerum Ralfs	+	+	+	+	+	+			+			
+		+	+	+	+	+		„ vestitum Ralfs	+		+				+	+	+			

1904 Obere Elbe	1904 Untere Elbe Nordseite	1904 Untere Elbe Mitte	1904 Untere Elbe Südseite	1905 Obere Elbe	1905 Untere Elbe Nordseite	1905 Untere Elbe Mitte	1905 Untere Elbe Südseite	Das Phytoplankton.	1904 September 9.	1904 September 13.	1904 September 20.	1904 September 27.	1904 September 30.	1904 Oktober 11.	1905 September 5.	1905 September 12.	1905 September 19.	1905 September 26.	1905 Oktober 3.	1905 Oktober 10
								Bacillarieae.												
+								Navicula ambigua Ehr.						+						
+				+				„ amphisbaena Bory	+		+		+							
								„ „ „ var. Fenzlii (Grun.) V. H.										+		
+								„ atomus (Ktz.) Grun.						+						
+		+						„ bacillum Ehr.						+						
		+						„ bahusiensis Cleve				+								
							+	„ cincta (Ehr.) Ktz. var. Heufleri Grun.								+				
							+	„ cruciacula Donkin											+	
					+			„ „ var. protracta Grun.			+									+
+	+			+	+	+		„ cryptocephala Ktz.	+		+				+			+		
+	+		+	+	+		+	„ „ „ Brackwasser-Endochrom		+	+	+		+			+		+	+
+	+	+	+		+	+	+	„ „ „ Süßwasser-Endochrom	+	+	+	+		+	+		+	+	+	+
				+				„ „ „ var. exilis V. H.											+	
		+		+			+	„ „ „ „ veneta (Ktz.) Rab.		+							+	+		+
+				+	+			„ cuspidata Ktz.		+	+			+						+
+		+						„ dicephala Ehr.				+		+						
			+		+			„ elliptica Ktz.	+									+		
+								„ „ „ f. subtilissime punctata (A. S. Atlas 7.33)						+						
			+					„ exilis Ktz.						+						
		+						„ exilissima Grun.						+						
			+					„ forcipata Grev.		+										
					+			„ fusca Greg. var. Gregorii Cl.							+					
	+				+			„ gibberula Ktz.	+								+			
							+	„ gracilis Ktz.							+					
+	+		+	+	+	+	+	„ „ „ var. schizonemoïdes V. H.			+	+	+	+		+	+	+	+	+
+	+	+	+		+	+	+	„ gregaria Donkin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
+						+		„ hungarica Grun.						+		+				
+	+			+	+	+	+	„ „ „ var. humilis (Donkin) Grun.	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+
						+		„ integra (W. Sm.) Ralfs										+		
							+	„ interrupta Ktz.											+	
+							+	„ iridis Ehr. var. affinis (Ehr.) V. H.					+	+						+
			+			+		„ „ „ „ amphirhynchus (Ehr.)						+	+					
+								„ „ „ „ dubia (Ehr.) V. H.			+									
+	+	+		+	+	+	+	„ „ „ „ producta V. H.	+			+	+	+	+			+	+	+
						+		„ „ „ „ undulata Grun.									+			
				+				„ lanceolata Ktz. f. minuta Rab.								+				
+								„ liber W. Sm.					+							
+								„ limosa Ktz.					+							
			+					„ musca Greg.			+									
					+			„ mutica Ktz.												+
+								„ „ „ var. Goeppertiana (Bl.) Cl. & Gr.					+							
+	+	+		+	+	+		„ nobilis (Ehr.) Ktz.				+		+	+	+				+
+								„ oblonga Ktz.				+								
		+						„ Peisonis Grun.						+						
+								„ „ „ f. leviter constricta (A. S. Atlas 49.25)						+						
						+		„ peregrina (Ehr.?) Ktz.											+	
+			+			+		„ „ „ var. menisculus (Schum.) V. H.	+		+	+		+		+				

1904				1905				Das Phytoplankton.	1904						1905					
Obere Elbe	Untere Elbe			Obere Elbe	Untere Elbe				September					Oktober	September				Oktober	
	Nordseite	Mitte	Südseite		Nordseite	Mitte	Südseite		9	13	20	27	30	11	5	12	19	26	3	10
			+					Navicula perpusilla Grun.						+						
							+	„ placenta Ehr.									+			
+		+		+		+		„ placentula (Ehr.) Ktz.				+		+			+	+		
							+	„ pseudobacillum Grun.								+		+		
				+				„ pupula Ktz.							+					
							+	„ „ var. bacillaroïdes Grun.										+		
			+				+	„ pygmaea Ktz.						+					+	
+		+	+	+				„ radiosa Ktz.			+	+		+		+		+	+	
+							+	„ Reinhardtii Grun.				+		+			+			
+	+	+	+	+		+		„ rhynchocephala Ktz.	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
		+		+	+			„ „ „ var. amphiceros Ktz.		+						+			+	
			+					„ „ „ „ leptocephala (Rab.) Brun		+										
+	+	+		+		+		„ „ „ „ rostellata Grun.					+	+			+	+		
+					+			„ rostellata Ktz. (A. S. Atlas 47.27)	+					+		+				
	+	+						„ salinarum Grun.			+	+								
+								„ (Schizonema) setacea Ktz. var. genuina Grun.	+											
				+	+	+		„ stauroptera Grun. var. parva Grun.								+		+	+	
+		+	+	+	+	+	+	„ viridis (Nitzsch) Ktz.		+		+	+	+	+			+	+	+
+				+	+	+	+	„ „ „ „ var. commutata Grun.					+			+	+	+	+	+
					+			„ viridula Ktz.									+			
		+			+			„ „ „ var. slesvicensis (Grun.) V. H.						+			+	+		
		+						Stauroneis anceps Ehr.			+									
+								Amphipleura pellucida Ktz.						+						
+		+						Pleurosigma acuminatum (Ktz.) Grun.	+					+						
+		+						„ angulatum (Quek.) W. Sm.	+					+						
	+			+			+	„ attenuatum (Ktz.) W. Sm.		+				+			+		+	
				+				„ hippocampus (Ehr.) W. Sm.										+		
+								„ littorale W. Sm.					+							
				+				Frustulia viridula (Bréb.) de Toni											+	
+			+		+	+		„ vulgaris (Thwaites) de Toni						+			+		+	
	+	+						Amphiprora alata Ktz.					+	+						
+	+	+	+	+				„ paludosa W. Sm.	+	+	+	+	+	+		+				
				+				Cymbella abnormis Grun.											+	
					+			„ „ „ f. stauros nicht bis zum Rande												+
+								„ affinis Ktz.				+								
+					+			„ amphicephala Naeg.			+	+					+			
+								„ cistula (Hempr.) Kirchner var. maculata (Ktz.) Grun.				+		+						
				+				„ Ehrenbergii Ktz. var. delecta A. S.										+		
	+	+		+		+	+	„ gastroïdes Ktz.	+	+				+		+		+		+
	+							„ „ „ f. minor V. H.					+							
+					+			„ helvetica Ktz.				+								+
+				+			+	„ lanceolata (Ehr.) Kirchn.			+								+	
+							+	„ microcephala Grun.				+					+			
				+		+		„ tumida (Bréb.) V. H.							+					+
				+			+	Encyonema caespitosum Ktz.									+			
					+			„ „ „ var. Auerswaldii (Rab.) V. H.												+
						+		„ Zwischenform zwischen prostratum und caespitosum nach Grun. (A. S. Atl. 10.62)									+			
+		+			+		+	„ ventricosum (Ag.) Grun.			+	+	+	+	+	+	+	+	+	

1904 Obere Elbe	1904 Untere Elbe Nordseite	1904 Untere Elbe Mitte	1904 Untere Elbe Südseite	1905 Obere Elbe	1905 Untere Elbe Nordseite	1905 Untere Elbe Mitte	1905 Untere Elbe Südseite	Das Phytoplankton.	1904 September 9.	1904 September 13.	1904 September 20.	1904 September 27.	1904 September 30.	1904 Oktober 11.	1905 September 5.	1905 September 12.	1905 September 19.	1905 September 26.	1905 Oktober 3.	1905 Oktober 10.
+								Amphora angularis Greg. var. lyrata (Greg.) V. H.				+								
+	+		+	+			+	„ ovalis Ktz.	+		+	+	+	+		+	+	+		+
+	+	+		+	+	+	+	„ „ „ var. affinis (Ktz.) V. H.	+		+	+		+		+	+	+		
	+	+	+	+				„ „ „ „ pediculus (Ktz.) V. H.	+		+			+	+					
	+							Gomphonema angustatum Ktz.	+											
+			+					„ „ „ forma gomphocymbellae (ähnlich A. S. Atl. 234.21)						+						
				+			+	„ capitatum Ehr.								+		+	+	
+						+		„ constrictum Ehr.				+						+		
+	+							„ exiguum Ktz.				+		+						
+								„ intricatum Ktz.				+								
+								„ micropus Ktz.					+							
+						+		„ montanum Schum.					+							+
	+							„ „ „ var. subclavatum Grun.			+									
+								„ naviculoïdes Stroese				+								
					+			„ olivaceum (Lyngb.) Ktz.										+		
+							+	„ parvulum Ktz.			+						+	+		
+	+					+	+	„ „ „ var. subcapitatum V. H.	+		+		+	+		+		+	+	
+	+		+	+		+	+	Rhoicosphenia curvata (Ktz.) Grun.	+			+	+	+		+	+	+		
+		+	+	+	+	+	+	Cocconeïs pediculus Ehr.	+	+	+		+	+	+			+		+
+								„ pellucida Grun. forma						+						
+		+	+	+	+	+	+	„ placentula Ehr.	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+					„ scutellum Ehr.				+	+							
	+	+			+			„ „ „ f. parva V. H.				+		+						+
						+		Achnanthes Biasolettiana (Ktz.?) Grun.								+				
							+	„ delicatula (Ktz.) Grun.										+		
			+					„ Hauckiana Grun.				+								
		+						„ hungarica Grun.			+									
+					+		+	„ lanceolata (Bréb.) Grun.					+				+			+
					+			„ linearis W. Sm.											+	
+	+					+	+	„ parvula Ktz.					+	+			+	+		
					+			„ subsessilis Ktz.									+			
		+		+		+	+	Bacillaria paradoxa (Gmel.) Grun.			+				+	+	+	+	+	+
							+	„ „ „ „ var. tropica Grun.									+			
+		+		+				„ socialis Greg.	+					+				+		
				+				„ „ „ var. baltica Grun.								+				
+	+	+	+	+	+	+	+	Nitzschia acicularis (Ktz.) W. Sm.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+							„ „ „ „ „ f. angustior O. Müller				+		+						
		+						„ „ „ „ „ var. closterioïdes Grun.					+							
+							+	„ amphibia Grun.						+		+	+			+
+								„ angularis W. Sm. var. affinis Grun.				+								
+				+			+	„ angustata (W. Sm.) Grun.						+			+	+		
+		+		+				„ „ „ „ „ var. curta V. H.			+						+			
+		+		+		+	+	„ apiculata (Greg.) Grun.		+			+	+	+				+	+
+				+	+	+		„ biplacata Mereschk.		+								+	+	
					+			„ calida Grun.												+
	+	+	+					„ circumsuta (Bail.) Grun.	+	+		+								
+		+						„ communis Rab. var. obtusa Grun.						+						
+								„ commutata Grun.	+											
						+		„ denticula Grun. var. Delognei Grun.								+				
					+			„ dissipata (Ktz.) Grun.										+		

1904				1905				Das Phytoplankton.	1904						1905					
Obere Elbe	Untere Elbe			Obere Elbe	Untere Elbe				September					Oktober	September				Oktober	
	Nordseite	Mitte	Südseite		Nordseite	Mitte	Südseite		9.	13.	20.	27.	30.	11.	5.	12.	19.	26.	3.	10.
						+		Nitzschia dissipata (Ktz.) Grun. var. acuta (Hantzsch) V. H.									+			
	+				+			„ „ „ „ var. media (Hantzsch) V. H.						+				+		
+	+							„ frustulum (Ktz.) Grun.						+						
+								„ „ „ „ var. minutulum V. H.				+								
				+	+	+		„ hungarica Grun.							+	+			+	+
				+	+		+	„ Kuetzingiana Hilse var. exilis Grun.									+			
+	+	+		+	+	+	+	„ linearis (Ag.) W. Sm. var. tenuis Grun.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+						„ Lorenziana Grun.				+								
							+	„ „ „ var. subtilis Grun.							+					
+								„ microcephala Grun.					+	+						
		+		+			+	„ „ „ var. elegantula V. H.						+			+		+	+
		+						„ obtusa W. Sm.		+										
+	+	+	+	+		+	+	„ „ „ „ var. brevissima Grun.		+	+			+	+		+	+	+	
			+	+	+	+		„ „ „ „ „ nana Grun.						+		+	+	+		+
	+				+		+	„ „ „ „ „ scalpelliformis Grun.						+			+			
+	+	+	+	+	+	+	+	„ palea (Ktz.) W. Sm.	+	+		+		+	+		+	+		+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ „ „ „ „ var. debilis (Ktz.) Grun.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ „ „ „ „ var. tenuirostris V. H.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+		+			+			„ rostrata Grun.	+					+					+	
+	+	+	+		+	+	+	„ sigma (Ktz.) W. Sm.	+	+			+	+	+			+		+
+	+	+	+					„ „ „ „ „ var. curvula Brun.	+	+		+	+	+						
	+	+	+		+			„ „ „ „ „ „ intercedens Grun.	+	+	+			+						+
+	+	+		+	+		+	„ „ „ „ „ „ rigida (Ktz.) Grun.		+			+	+	+	+		+	+	
+				+				„ „ „ „ „ „ rigidula Grun.			+								+	
+	+	+	+	+	+	+	+	„ sigmoïdea (Nitzsch) W. Sm.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+						„ spectabilis Ralfs		+										
		+						„ stagnorum Rab.		+										
		+			+			„ subtilis Grun.	+									+		
+	+	+	+	+	+	+	+	„ „ „ var. paleacea Grun.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+		+		+	+	+	„ tryblionella Hantzsch var. levidensis (W. Sm.) Grun.	+	+	+	+			+	+	+		+	+
		+						„ „ „ var. subsalina (O'M.) Grun.	+											
+					+			„ vermicularis (Ktz.) Hantzsch						+						+
	+							Homoeocladia germanica Richter	+											
	+					+		„ subcohaerens Grun.	+									+		
+				+		+	+	Denticula tenuis Ktz.				+					+			+
+				+				Hantzschia amphioxys (Ehr.) Grun.						+					+	
+								Cylindrotheca gracilis (Bréb.) Grun.						+						
	+	+						Suriraya bifrons (Ehr.) Ktz.	+	+										
+	+	+	+	+		+	+	„ biseriata (Ehr.) Bréb.		+		+	+	+	+			+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ calcarata Pfitzer	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	+		+	+	+			„ capronii Bréb.	+	+		+			+			+	+	+
		+		+			+	„ dentata Schum.				+					+		+	
	+	+	+		+	+		„ elegans Ehr.	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+
		+						„ „ „ var. norvegica (Eul.) Brun.		+										
	+		+					„ gemma Ehr.	+	+		+		+						
							+	„ linearis W. Sm.								+				
	+				+	+		„ ovalis Bréb.		+							+			
	+	+	+		+	+	+	„ „ „ var. Crumena (Bréb.) V. H.	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+
+			+					„ „ „ „ minuta (Bréb.) V. H.		+	+									

1904 Obere Elbe	1904 Untere Elbe Nordseite	1904 Untere Elbe Mitte	1904 Untere Elbe Südseite	1905 Obere Elbe	1905 Untere Elbe Nordseite	1905 Untere Elbe Mitte	1905 Untere Elbe Südseite	Das Phytoplankton.	1904 September 9.	13.	20.	27.	30.	Oktober 11.	1905 September 5.	12.	19.	26.	Oktober 3.	10
+			+		+	+	+	Suriraya ovalis Bréb. var. ovata Ktz. V. H.	+	+					+					
+	+		+	+	+	+	+	„ „ „ „ salina (W. Sm.) V. H.	+			+		+		+	+	+		+
	+	+		+			+	„ splendida (Ehr.) Ktz.	+	+						+		+	+	
	+	+	+					„ striatula Turpin	+	+		+		+						
							+	„ tenera Greg. nach A. Schmidt Atlas									+			
+				+	+	+	+	„ „ „ var. nervosa A. S.	+							+	+	+	+	+
				+				„ „ „ „ „ „ costis 1 3/4 in 10 μ										+		
				+				„ „ „ nach Van Heurck (jedoch pseudoraphe wie nervosa)												+
+	+	+	+	+	+	+	+	Cymatopleura elliptica (Bréb.) W. Sm.		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ „ „ „ „ var rhomboïdes Grun.	+	+		+		+		+	+	+	+	+
	+	+		+				„ hibernica W. Sm.			+	+		+				+		
				+			+	„ „ „ „ var. rhombica Chase									+	+		+
+		+	+	+		+		„ solea (Bréb. W. Sm.	+	+	+	+	+	+				+	+	+
+		+		+	+	+		„ „ „ „ „ var. gracilis Grun.	+			+		+	+	+		+		+
					+			„ „ „ „ „ „ subconstricta O. Müller f. major O. M.							+					
+								„ solea (Bréb.) W. Sm. var. subconstricta O. Müller f. minor O. M.	+											
	+	+	+			+	+	Campylodiscus clypeus Ehr.	+	+	+	+		+	+				+	
	+	+	+		+	+	+	„ echeneïs Ehr.	+	+	+	+		+			+	+	+	+
		+						„ eximius Greg.	+											
+	+	+	+	+		+		„ hibernicus Ehr.	+	+		+		+				+		+
+					+			„ noricus Ehr.	+											+
+	+	+	+	+	+	+	+	Diatoma elongatum Ag.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
					+	+		„ „ „ var. hybridum Grun.								+				
+		+	+	+	+		+	„ „ „ „ tenue (Ag.) V. H.			+			+	+	+	+	+	+	
						+		„ hiemale (Lyngb.) Heib. var. mesodon (Ehr.) Grun.									+			
+				+	+			„ vulgare Bory				+		+			+	+		+
+			+	+	+	+	+	Odontidium mutabile W. Sm.		+		+			+	+		+		+
+								Meridion circulare (Grev.) Ag.				+		+						
	+				+		+	„ constrictum Ralfs	+								+	+		
+	+	+	+	+	+	+	+	Synedra actinastroïdes Lemm.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ acus Ktz.	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ „ „ var. angustissima Grun.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ „ „ „ delicatissima (W. Sm.) Grun.	+		+	+	+	+		+	+	+		
						+		„ affinis Ktz.								+				
+						+		„ amphicephala Ktz.	+										+	
				+				„ capitata Ehr.											+	
		+						„ investiens W. Sm. f. gomphonemoïdes	+											
				+		+		„ pulchella (Ralfs) Ktz.									+			+
					+		+	„ „ „ „ var. lanceolata O'M.												+
		+	+					„ radians Ktz.				+		+						
		+		+				„ ulna (Nitzsch) Ehr.		+										+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ „ „ „ var. amphirhynchus (Ehr.) Grun.	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
	+			+				„ „ „ „ „ danica (Ktz.) V. H.						+			+			
+		+	+	+	+	+	+	„ „ „ „ „ longissima (W. Sm.) Brun.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

1904 Obere Elbe	1904 Untere Elbe Nordseite	1904 Untere Elbe Mitte	1904 Untere Elbe Südseite	1905 Obere Elbe	1905 Untere Elbe Nordseite	1905 Untere Elbe Mitte	1905 Untere Elbe Südseite	Das Phytoplankton.	1904 September 9.	13.	20.	27.	30.	Oktober 11.	1905 September 5.	12.	19.	26.	Oktober 3.	10.
					+			Synedra ulna (Nitzsch) Ehr. var. oxyrhynchus (Ktz.) V. H.								+				
+								„ „ „ „ „ oxyrhynchus (Ktz.) V. H. f. undulata						+						
+	+			+				„ „ „ „ „ splendens Ktz.	+	+				+		+				
+	+	+	+	+	+	+	+	Asterionella formosa Hassall	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+		+				„ gracillima (Hantzsch) Heib.			+		+	+					+	
+	+			+		+	+	Fragilaria capucina Desm.			+	+		+			+	+		
+	+	+	+	+	+	+	+	„ „ „ var. mesolepta Rab.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+		+	+	+		„ construens (Ehr.) Grun.	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+
+								„ „ „ „ var. bigibba A. Cl.				+								
+		+		+	+	+	+	„ „ „ „ „ binodis (Ehr.) Grun.				+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+		+	+	+	+	+	„ „ „ „ „ venter Grun.	+			+	+	+	+			+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ crotonensis (Edw.) Kitton	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
						+		„ Harrisonii Grun.				+			+					
+								„ striatula Lyngb.					+							
+		+				+		„ virescens Ralfs				+		+						+
		+						Cymatosira belgica Grun.						+						
+	+	+	+	+	+	+	+	Raphoneis amphiceros Ehr.	+	+	+	+	+	+		+			+	+
+	+	+	+	+		+	+	„ „ „ var. rhombica Grun.	+	+	+	+		+	+	+			+	
+		+	+					„ belgica Grun.				+		+						
			+					Dimerogramma marinum (Greg.) Ralfs				+								
		+	+					„ surirella (Ehr.) Grun.		+				+						
+								Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Ktz.					+							
				+				„ flocculosa (Roth) Ktz.									+			
			+					Cystopleura argus (Ehr.) Kunze						+						
+	+	+						„ gibba (Ehr.) Kunze var. ventricosa (Ehr.) Grun.	+		+			+						
+								„ musculus Ktz.				+								
					+			„ sorex (Ktz.) Kunze										+		
	+				+			„ turgida (Ehr.) Kunze var. Westermanni (Ehr.) Grun.			+				+					
					+		+	„ zebra (Ehr.) Kunze							+	+				+
+							+	„ „ „ „ var. proboscidea (Ktz.) Grun.			+						+			
							+	Eunotia exigua (Bréb.) Rab.								+				
	+					+		„ gracilis (Ehr.) Rab.	+											+
	+	+						„ pectinalis Rab. f. curta V. H.			+		+	+						
						+		„ „ „ var. ventricosa Grun.							+					
				+			+	Pseudoeunotia lunaris (Ehr.) Grun.									+			+
+				+		+		Ceratoneïs arcus (Ehr.) Ktz.	+	+				+		+		+	+	
				+				„ „ „ „ var. amphioxys (Rab.)										+		
							+	Rhizosolenia delicatula Cleve							+					
		+	+					Odontella aurita (Lyngb.) Ag.			+	+								
		+	+				+	„ turgida (W. Sm.) V. H.	+			+			+					
+	+	+	+		+	+	+	Denticella mobiliensis (Bail.) Grun.	+	+	+	+		+	+		+		+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ rhombus (Ehr.) W. Sm.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	+	+	+		+		+	„ ? sinensis (Grev.) = Biddulphia chinensis Grev.	+	+		+	+		+				+	
+	+	+	+		+		+	„ turgida Ehr	+	+	+	+		+					+	+
	+		+					Amphitetras antediluviana Ehr.	+	+										
+	+	+	+	+	+	+	+	Triceratium favus Ehr.	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+

1904 Obere Elbe	1904 Untere Elbe Nordseite	1904 Untere Elbe Mitte	1904 Untere Elbe Südseite	1905 Obere Elbe	1905 Untere Elbe Nordseite	1905 Untere Elbe Mitte	1905 Untere Elbe Südseite	Das Phytoplankton.	1904 September 9.	13.	20.	27.	30.	Oktober 11.	1905 September 5.	12.	19.	26.	Oktober 3.	10
	+	+	+			+		Triceratium favus Ehr. var. subconvexa A. S.		+		+						+	+	
		+						„ „ „ Zwischenform zwischen typus und var. subconvexa				+								
+	+	+	+			+	+	„ striolatum Ehr.	+	+	+	+		+			+		+	
	+		+					Bellerochea malleus (Brightwell) V. H.		+										
	+	+	+			+		Lithodesmium undulatum Ehr.		+	+	+		+					+	
+								Chaetoceras fusus Schütt	+											
						+	+	„ varians (Lauder) V. H.											+	
		+						Auliscus caelatus Bail.						+						
		+	+		+			„ sculptus (W. Sm.) Ralfs		+		+						+		
	+	+	+					Cerataulus levis (Ehr.) Ralfs	+	+	+	+								
+			+					„ „ „ „ f. minor V. H.	+	+										
	+	+	+		+			„ Smithii (Rop.) Ralfs		+	+	+							+	
+	+	+	+		+	+	+	Aulacodiscus Argus (Ehr.) A. S.	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+
	+	+	+	+	+	+	+	„ „ „ „ Rogersii-Form	+	+	+	+		+	+		+	+	+	+
		+	+			+		„ „ „ „ Überg. zu Rogersii (Bail.) A. S.	+										+	
	+	+						„ „ „ „ Überg. zu Thumi				+								
	+							„ Rogersii (Bail.) A. S.				+								
		+	+				+	Actinocyclus crassus V. H.		+	+	+		+			+			
	+				+	+		„ Ehrenbergii Ralfs			+			+	+					
			+					„ Ralfsii (W. Sm.) Ralfs						+						
	+	+	+	+	+	+	+	„ subtilis (Greg.) Ralfs	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+						+	Stephanodiscus astraea (Ehr.) Grun.		+				+						+
				+	+	+		„ „ „ „ var. intermedia Fricke								+	+	+		
							+	„ „ „ „ var. spinulosus Grun.									+			
+		+			+	+	+	„ Hantzschii Grun.			+		+	+		+		+		
+	+	+	+	+	+	+	+	„ „ „ var. pusillus Grun.	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+
+	+	+	+	+	+	+	+	Coscinodiscus apiculatus Ehr. var. Woodwardii (Eul.) Rattray	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
			+					„ apiculatus Ehr. var. Woodwardii (Eul.) Rattray mit Diorama-Mittelplatte						+						
			+					„ argus Ehr.				+								
	+	+	+					„ asteromphalus Ehr.		+	+			+						
	+	+	+	+	+	+	+	„ „ „ var. hybridus Grun.	+	+	+	+		+	+		+	+	+	+
			+					„ „ „ „ omphalanthus Grun.				+								
		+						„ centralis (Ehr.) Rattray		+										
	+	+	+					„ concinnus W. Sm.	+	+		+		+						
			+					„ „ „ „ concinnus-Punkte und asteromphalus-Blüten	+											
+	+	+	+		+	+	+	„ concinnus W. Sm. var. Jonesianus (Greo.) Rattray	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			+					„ concinnus W. Sm. var. Jonesianus (Greo.) Rattray concinnus-Punkte und oculus iridis-Stacheln	+											
	+	+	+					„ excentricus Ehr.	+	+		+								
	+	+	+		+			„ „ „ var. punctifer Grun.				+			+					
		+						„ gigas Ehr. var. punctiformis Rattray				+								
					+		+	„ Kuetzingii A. S.										+		

Das Phytoplankton.

1904 Obere Elbe	1904 Untere Elbe Nordseite	1904 Untere Elbe Mitte	1904 Untere Elbe Südseite	1905 Obere Elbe	1905 Untere Elbe Nordseite	1905 Untere Elbe Mitte	1905 Untere Elbe Südseite	Das Phytoplankton.	1904 September 9.	1904 September 13.	1904 September 20.	1904 September 27.	1904 September 30.	1904 Oktober 11.	1905 September 5.	1905 September 12.	1905 September 19.	1905 September 26.	1905 Oktober 3.	1905 Oktober 10.
	+							Coscinodiscus Kurzii Grun.		+										
+	+	+	+	+	+	+	+	„ lacustris Grun.	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+				+	„ „ „ var. septentrionalis Grun.				+							+	
	+				+	+	+	„ „ „ Zwischenform zur var. septentrionalis Grun.				+			+		+	+	+	+
	+	+	+		+		+	„ minor Ehr.			+			+	+				+	+
		+	+		+	+		„ nobilis Grun.				+		+	+		+			
					+	+	+	„ Normannii Greg.							+	+	+		+	
		+	+		+			„ oculus iridis Ehr.	+	+	+	+					+			
			+		+			„ perforatus Ehr.		+										+
	+		+					„ „ „ f. A. S. Atlas 60.12 mit nur teilweise freistehenden Alveolen		+	+									
					+	+	+	„ Rothii Grun.							+	+	+	+		
			+				+	„ „ „ forma minor				+			+					
+	+	+	+	+	+	+	+	„ subtilis Ehr.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	Lysigonium varians Ag.	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	+	+		+	+	+	+	Melosira ambigua O. Müller	+			+		+	+		+	+	+	+
	+				+		+	„ „ „ subspec. puncticulosa O. M.						+	+					
		+		+			+	„ „ „ „ variata O. Müller				+			+	+		+		
+				+		+		„ arenaria Moore			+		+				+			+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ Binderiana Ktz.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+								„ crenulata Ktz. var. tenuis nach Cleve, A. S. Atlas 181.30				+								
+	+	+	+	+	+	+	+	„ distans (Ehr.) Ktz.		+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
					+			„ „ „ „ mit Dornen											+	
							+	„ „ „ „ var. limnetica O. Müller										+		
+					+			„ „ „ „ „ Pfaffiana (Reinsch) Grun.				+							+	
	+							„ dubia Ktz.				+								
				+		+		„ Goetzeana O. Müller								+			+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ granulata (Ehr.) Ralfs	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ „ „ „ var. angustissima O. Müller	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ „ „ „ var. jonsensis Grun.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ „ „ „ „ „ „ forma procera V. H.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ granulata (Ehr.) Ralfs subspec. mutabilis O. Müller	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+						+	+	„ „ „ „ var. procera (Ehr.) Grun.				+			+	+				
+		+	+		+			„ „ „ „ var. procera (Ehr.) Grun. f. tenerrima (Ehr.) O. Müller	+		+		+		+					
+	+	+		+	+	+	+	„ granulata (Ehr.) Ralfs subspec. punctata O. Müller			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+							„ „ „ „ subspec. punctata O. Müller f. subtilissima O. Müller				+		+						
+		+					+	„ italica Ktz.	+			+	+	+		+				
				+				„ „ „ var. bacilligera O. Müller							+					
+						+		„ „ „ „ „ „ f. angusta O. Müller	+						+					
+	+	+	+	+	+	+	+	„ „ „ „ tenuis (Ktz.) O. Müller	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+		+	+	+				„ „ „ „ tenuissima (Grun.) O. Müller		+				+	+	+				
+								„ laevis (Ehr.) Grun.						+						
					+	+	+	„ laevis (Ehr.) Grun. mit ambigua-Hohlkehle										+	+	+

1904				1905				Das Phytoplankton.	1904						1905					
Obere Elbe	Untere Elbe			Obere Elbe	Untere Elbe				September					Oktober	September				Oktober	
	Nordseite	Mitte	Südseite		Nordseite	Mitte	Südseite		9.	13.	20.	27.	30.	11.	5.	12.	19.	26.	3.	10
				+				Melosira lirata „ „								+				
					+			„ „ „ „ var. lacustris Grun.												+
	+	+	+		+	+	+	Paralia sulcata (Ehr.) Cleve	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+
		+			+			„ „ „ „ var. crenulata Grun.		+					+					
	+	+	+					„ „ „ „ „ „ „ f. siberica A. S.	+			+								
			+		+			„ „ „ „ „ crenulata Grun. forma sulcatae genuinae	+	+				+						
	+	+	+		+	+	+	„ „ „ „ „ genuina Grove	+	+		+		+	+			+	+	
	+	+						„ „ „ „ „ separanda A. S.	+	+										
		+	+				+	„ „ „ „ „ strigillata A. S.		+	+								+	
			+					Cyclotella bodanica Eul.						+						
+		+		+		+	+	„ comta (Ehr.) Ktz.	+	+		+	+	+		+	+	+		
+	+	+	+		+	+	+	„ Kuetzingiana Thwaites	+	+			+	+	+		+	+	+	+
+	+	+		+		+		„ „ „ und Menighiniana, Zwischenform A. S. Atl. 222.22		+	+	+			+		+			
+	+	+	+	+	+	+	+	„ Menighiniana Ktz.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ „ „ var. binotata Grun.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ „ „ „ plana Fricke			+	+	+	+	+	+	+		+	+
+		+		+		+	+	„ operculata Ktz.			+		+					+	+	
+	+	+	+	+	+	+	+	„ striata (Ktz.) Grun.	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
					+			„ Temperei Brun							+					
		+						Hyalodiscus scoticus (Ktz.) Grun.				+								
+	+	+	+			+		„ stelliger Bailey		+	+	+		+	+	+				
					+			„ subtilis Bailey									+			
	+		+				+	Actinoptychus delectus A. S.				+		+						+
	+				+			„ Janischii Grun.				+			+					+
	+	+	+		+		+	„ splendens Shadb.	+	+	+	+		+			+	+	+	
+	+	+	+	+	+	+	+	„ undulatus Ralfs	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
								Rhodophyceae.												
+								Audouinella chalybea Bory						+						
								Schizophyta.												
	+	+	+	+	+	+	+	Chroococcus limneticus Lemm.	+		+	+		+	+	+		+	+	
	+	+				+		„ minutus Naeg.	+	+						+		+		
						+		„ „ „ var. obliteratus (Richter) Hansg.							+					
+		+	+	+	+	+	+	„ turgidus Naeg.	+		+	+		+		+	+	+		+
+				+	+			„ „ „ var. chalybaeus Rab.				+		+		+	+			
+	+		+	+	+	+	+	Aphanocapsa Castagnei Rab.	+	+		+			+	+		+	+	
		+				+		„ Grevillei Rab.	+							+				
							+	„ salinarum Hansg.								+				
+	+	+	+	+	+			Microcystis elabens (Bréb.) Ktz.	+	+		+			+	+				+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ flos aquae (Wittr.) Kirchner	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
							+	„ „ „ „ „ var. prasina Wittr.							+					
	+		+				+	„ ichthyoblabe Ktz.	+						+					
			+	+	+	+		„ marginata (Menegh.) Hansg.		+		+				+	+	+		
				+	+			„ „ „ „ var. minor Hansg.												+
+	+	+	+		+	+	+	„ pallida Lemm.	+		+	+	+	+	+	+	+		+	
+	+	+	+	+	+	+	+	„ reticulata Lemm.	+	+	+	+		+	+	+	+	+		
+	+	+	+	+	+	+	+	Clathrocystis aeruginosa Ktz. Henfrey	+	+	+	+		+	+	+	+	+		
			+	+		+		„ „ „ „ var. major Wittr.			+					+		+		+

1904 Obere Elbe	1904 Untere Elbe Nordseite	1904 Untere Elbe Mitte	1904 Untere Elbe Südseite	1905 Obere Elbe	1905 Untere Elbe Nordseite	1905 Untere Elbe Mitte	1905 Untere Elbe Südseite	Das Phytoplankton.	1904 September 9.	13.	20.	27.	30.	Oktober 11.	1905 September 5.	12.	19.	26	Oktober 3	10.
+	+	+	+	+	+	+	+	Coelosphaerium Kuetzingianum Naeg.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			+					„ pallidum Lemm.						+						
				+				Merismopedia elegans A. Br.												+
+				+	+	+	+	„ glauca Naeg.	+		+				+	+	+	+	+	
				+	+	+	+	„ „ „ var. fontinalis Hansg.							+	+	+			
+	+	+	+		+		+	„ tenuissima Lemm.	+	+	+	+		+		+	+			
+			+					Schizothrix fuscescens Ktz.	+			+	+							
+								Spirochaete plicatilis Ehr.	+		+									
+	+	+	+	+	+	+	+	Cladothrix dichotoma Cohn.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			+	+				Leptothrix subtilissima Hansg. var. fontinalis Hansg.						+				+		
					+			„ Thuretiana (Borzi) Hansg.												+
			+	+		+	+	Lyngbya limnetica Lemm.			+					+	+	+		+
+			+					„ lutea Gomont				+		+						
						+	+	„ (Leptothrix) pusilla (Rab.) Hansg.							+					
				+				„ „ rigidula (Ktz.) Hansg.								+				
				+				„ „ tenuissima (Ktz.) Hansg.											+	
+	+	+		+	+	+	+	Rhabdoderma lineare Schmidle & Lauterborn	+			+	+	+	+	+	+	+	+	
+		+	+	+			+	Phormidium ambiguum Gomont	+		+	+	+	+		+				
							+	„ autumnale (Ag.) Gomont emend.											+	
						+		„ papyraceum Gomont							+					
				+				„ Retzii Gomont												+
		+						„ tenue Gomont		+										
+	+	+	+				+	Oscillatoria Agardhii Gomont	+		+	+	+	+			+	+		
			+					„ „ „ mit Scheide						+						
	+							„ brevis Ktz.	+											
+	+		+	+	+	+	+	„ chalybea Mertens f. genuina Gomont.	+		+	+		+	+	+	+	+		+
	+		+					„ formosa Bory		+				+						
					+			„ irrigua Ktz.												+
	+	+	+	+			+	„ limosa Ag.			+	+		+		+			+	+
				+				„ „ „ f. Lyngbya obscura var. aestivalis Hilse								+				
+								„ sancta Ktz.			+									
	+	+	+			+		„ splendida Grev.	+		+	+			+					
+		+				+	+	„ tenuis Ag.	+			+					+		+	
+		+		+		+		„ „ „ var. natans Gom.			+			+	+			+	+	+
		+	+	+	+			„ „ „ „ tergestina Rab.			+	+							+	
		+			+	+		Anabaena circinalis (Ktz.) Hansg.		+						+	+			
+		+	+	+		+		„ flos aquae (Lyngb.) Bréb. f. genuina Kirchner	+							+				
							+	„ „ „ „ „ f. spirillum (Corda) Hansg.									+			
	+		+					„ macrospora Klebahn	+											
	+	+	+	+		+		„ „ „ var. crassa Klebahn	+		+				+		+			
					+	+	+	„ minutissima Lemm.												+
						+		„ oscillarioïdes Bory												+
+	+		+					„ spiroïdes Klebahn	+	+	+									
+		+		+		+	+	„ „ „ var. crassa Lemm.		+					+	+		+		
+								„ stricta Ostenfeld-Hansen	+											
			+	+				„ variabilis Ktz.		+								+		
+	+	+	+	+	+	+	+	Aphanizomenon flos aquae Ralfs	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								Mycetes.												
	+				+			Saprolegniaceae (Faden)		+										+
+								Cladosporium spec.	+											

Tabelle I b.

1904 Obere Elbe	1904 Untere Elbe Nordseite	1904 Untere Elbe Mitte	1904 Untere Elbe Südseite	1905 Obere Elbe	1905 Untere Elbe Nordseite	1905 Untere Elbe Mitte	1905 Untere Elbe Südseite	Das Zooplankton.	1904 September 9.	13.	20	27	30.	1904 Oktober 11	1905 September 5	12	19.	26.	1905 Oktober 3.	10
								Rhizopoda.												
								Amoebea.												
+								Hyalodiscus guttula (Duj.)						+						
+	+							„ limax (Duj.)					+	+						
+				+		+		Amoeba princeps Ehrbg.				+	+	+		+	+			
+								„ (spec.?)					+							
+								Dactylosphaerium radiosum Ehrbg.						+						
								Testacea.												
+				+				Arcella discoidea Ehrbg.					+						+	
+	+			+		+		„ gibbosa Penard						+		+	+		+	+
+			+	+	+	+	+	„ vulgaris Ehrbg.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+								Difflugia corona Wallich					+	+					+	
+								„ limnetica Levand					+							
+								„ pyriformis Perty						+						
+								„ saxicola Penard						+						
+								Lecquereusia spiralis (Ehrbg.)						+						
+								Euglypha alveolata Duj.						+						
+				+	+		+	Cyphoderia margaritacea Schlumberger						+	+		+	+	+	
								Heliozoa.												
+	+	+				+		Actinophrys sol Ehrbg.	+		+	+		+			+			
+		+		+			+	Actinosphaerium Eichhorni (Ehrbg.)			+			+		+				
				+				Artodiscus saltans Penard												+
+								Rhaphidiophrys viridis F. E. Sch.						+						
+								Pinaciophora fluviatilis Greeff						+						
								Mastigophora.												
								Flagellata. **Protomonadina.**												
+	+			+		+		Oicomonas termo (Ehrbg.				+		+	+	+		+		
+								Monas guttula Ehrbg.			+									
+				+				Anthophysa vegetans (O. F. Müll.)	+						+					
	+							Codosiga spec.?					+							
+		+						Bodo angustatus (Duj.)						+						
	+	+	+	+	+	+		„ globosus Stein.						+	+	+				
				+				Pleuromonas jaculans Perty										+		
								Euglenoidina.												
+			+	+				Euglena deses Ehrbg.					+	+					+	
	+	+		+				„ oxyuris Schmarda			+				+		+			
+	+	+	+	+	+	+	+	„ viridis Ehrbg.	+		+	+		+			+	+	+	
+								Amblyophis viridis Ehrbg.						+						
+	+	+		+		+		Phacus longicaudus (Ehrbg.)	+		+				+		+		+	
+								„ pleuronectes (O. F. Müll.)				+								
					+			„ (spec.?)									+			
+							+	Astasia trichophora Ehrbg.						+	+					
+	+	+	+		+	+		„ longifilis Perty			+	+	+	+				+	+	

1904 Obere Elbe	1904 Untere Elbe Nordseite	1904 Untere Elbe Mitte	1904 Untere Elbe Südseite	1905 Obere Elbe	1905 Untere Elbe Nordseite	1905 Untere Elbe Mitte	1905 Untere Elbe Südseite	Das Zooplankton.	1904 September 9.	13.	20.	27.	30.	Oktober 11	1905 September 5.	12.	19.	26.	Oktober 3.	10.
+		+						Petalomonas abscissa (Duj.)						+						
+								„ ervilia Stein.						+						
+	+							Anisonema grande Ehrbg.						+						
								Chrysomonadina.												
+								Dinobryon sertularia Ehrbg.	+											
+	+			+				Synura uvella Ehrbg.					+	+			+	+	+	
	+	+	+					Chilomonas (spec.?)			+	+		+						
								Phytomonadina.												
+	+			+				Polytoma uvella Ehrbg.	+		+				+					
+								Gonium pectorale (Ehrbg.)						+						
+	+	+	+	+	+	+	+	Pandorina morum Ehrbg.	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	+	+	+	+	+		+	Eudorina elegans Ehrbg.			+	+		+	+	+	+	+		
+			+	+	+			Volvox aureus Ehrbg.						+	+			+	+	+
								Dinoflagellata. Peridinidae.												
+				+				Ceratium hirundinella (O. F. Müll.)					+		+					
				+				„ cornutum Clap. u. Lachm.									+			
				+				Peridinium tabulatum Ehrbg.									+		+	
								Ciliata. Holotricha.												
							+	Enchelys farcimen Ehrbg.							+					
								„ pupa Ehrbg.												
+								Enchelyodon elongatus Clap. u. Lachm.						+						
+		+						Spathidium spathula (O. F. Müll.)			+		+							
+		+						Trachelophyllum apiculatum (Perty)					+	+						
+	+	+	+					Lacrimaria lagenula Clap. u. Lachm.						+						
+	+	+	+					„ olor (O. F. Müll.)				+	+	+						
+								Trachelocerca versatilis (O. F. Müll.)						+						
	+							Urotricha farcta Clap. u. Lachm.			+									
	+	+	+	+				Prorodon griseus Clap. u. Lachm.					+	+			+			
+								„ niveus Ehrbg.					+	+						
+	+	+	+	+				„ ovum (Ehrbg.)	+	+	+	+	+				+	+		
+	+		+					„ teres Ehrbg.			+	+	+	+						
+	+	+	+					Coleps hirtus (O. F. Müll.)	+		+	+	+	+						
+								„ uncinatus Clap. u. Lachm.						+						
+								„ incurvus Ehrbg.			+									
+								„ (spec.?)					+							
+								Plagiopogon coleps Stein						+						
+								Didinium Balbiani Bütschli				+	+							
+	+			+				„ nasutum (O. F. Müll.)	+	+	+	+		+	+					
+								Mesodinium pulex Clap. u. Lachm.				+		+						
+								Askenasia elegans Blochm.				+								
+				+				Amphileptus Claparedei Stein						+					+	
					+			Lionotus anser (Ehrbg.)							+					
+								„ diaphanus Wrzesniowski				+		+						
+	+			+				„ fasciola (Ehrbg.)			+	+		+		+				
				+				„ Varsaviensis Wrzesn.							+					
+								„ vesiculosus Stockes						+						
+	+	+						Loxophyllum meleagris (O. F. Müll.)	+		+	+								

1904 Obere Elbe	1904 Untere Elbe Nordseite	1904 Untere Elbe Mitte	1904 Untere Elbe Südseite	1905 Obere Elbe	1905 Untere Elbe Nordseite	1905 Untere Elbe Mitte	1905 Untere Elbe Südseite	Das Zooplankton.	1904 September 9.	13.	20.	27.	30.	Oktober 11.	1905 September 5.	12.	19.	26.	Oktober 3.	10.
+					+		+	Trachelius ovum Ehrbg.					+					+		
								Dileptus trachelioides Zach.												
	+	+						Nassula elegans Ehrbg.			+	+		+						
						+		„ flava Clap. u. Lachm.										+		
+	+			+				Chilodon cucullus (Ehrbg.)			+	+			+					
+								„ uncinatus Ehrbg.				+	+							
+								Aegyria fluviatilis Stein						+						
	+		+		+			Glaucoma scintillans Ehrbg.			+		+	+	+					
						+		Ophryoglena flavicans Lieberk.										+		
+	+	+	+					Colpoda cucullus O. F. Müller				+		+						
+	+	+						Colpidium colpoda (Ehrbg.)			+	+	+	+						
+	+	+	+	+	+	+		Paramaecium aurelia (O. F. Müll.)	+	+	+	+	+	+				+	+	
+			+					„ putrinum Clap. u. Lachm.			+		+							
+								Pleuronema chrysalis (Ehrbg.)	+											
								Heterotricha.												
+								Spirostomum ambiguum Ehrbg.						+						
			+					„ teres Clap. u. Lachm.					+	+						
								Stentor coeruleus Ehrbg.												
		+						„ niger Ehrbg.					+							
								„ polymorphus Ehrbg.												
								„ Roeselii Ehrbg.												
								Oligotricha.												
+	+	+	+	+	+	+	+	Arachnidium sulcatum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+		+	+				Codonella lacustris Entz.	+	+							+			
+	+		+		+	+		Tintinnidium fluviatile Stein	+	+	+			+					+	
								Hypotricha.												
			+					Urostyla grandis Ehrbg.					+							
		+						„ Weissei Stein	+											
+	+							Uroleptus agilis Ehrbg.			+			+						
		+						„ musculus Ehrbg.	+											
+				+		+		„ piscis (O. F. Müll.)						+				+	+	
			+					Oxytricha (spec.?)						+						
+				+	+			Stylonychia mytilus (O. F. Müll.)			+	+		+	+					
				+				„ secunda									+			
+								Euplotes harpa (Stein)			+		+							
+		+						„ charon (O. F. Müll.)				+	+	+						
								„ patella Ehrbg.												
+		+						Aspidisca costata Duj.						+						
								„ lynceus Ehrbg.												
								Peritricha.												
+								Spirochona gemmipara Stein					+							
	+	+	+					Cyclochaeta spongillae Jackson	+	+										
+								Scyphidia spec.? (Auf Cyclops)						+						
+								Gerda fixa d'Udekem					+							
+								Astylozoon fallax. Engelm.						+						
+	+	+	+	+	+	+		Vorticella alba From.			+	+	+	+				+	+	
+		+	+	+			+	„ brevistyla d'Udek.				+	+	+	+	+				
								„ campanula Ehrbg.												
								„ communis From.												

1904 Obere Elbe	1904 Untere Elbe Nordseite	1904 Untere Elbe Mitte	1904 Untere Elbe Südseite	1905 Obere Elbe	1905 Untere Elbe Nordseite	1905 Untere Elbe Mitte	1905 Untere Elbe Südseite	Das Zooplankton.	1904 September 9.	13.	20.	27.	30.	Oktober 11.	1905 September 5.	12.	19.	26.	3.	Oktober 10
+		+				+		Vorticella convallaria L.			+	+						+		
+								,, crassicaulis Kent.						+						
		+		+				,, cucullus From.						+		+				
		+						,, cyathina O. F. Müll. (?)					+							
	+	+	+					,, dubia From.		+				+						
+								,, elongata From.					+							
		+			+			,, spec.?					+							+
+		+		+			+	,, hamata Ehrbg.			+	+	+	+		+				
+	+	+	+			+	+	,, longifilum Kent.	+		+	+	+	+	+			+		
+		+	+		+	+		,, microstoma Ehrbg.		+	+	+	+	+		+		+	+	
+	+	+	+	+	+	+	+	,, spec.?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	,, nebulifera Ehrbg.			+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		+		+				,, nutans O. F. Müll.						+	+					
+	+				+			,, putrinum O. F. Müll.		+		+								+
+		+						Carchesium epistylis Clap. u. Lachm.			+			+						
+	+	+	+	+	+	+	+	,, polypinum (L.)	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
	+							Zoothamnium alternans Clap. u. Lachm.					+							
	+	+					+	,, arbuscula Ehrbg.	+	+				+					+	
	+	+						,, dichotomum Wright					+	+						
	+	+	+		+	+	+	,, (spec.?)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
			+					,, simplex Kent.					+							
		+						Rhabdostyla brevipes Clap. u. Lachm.						+						
			+					Epistylis articulata (Goldf.)					+							
			+					,, coarctata Clap. u. Lachm.					+							
+	+	+	+	+	+			,, flavicans Ehrbg.	+		+	+	+	+				+	+	
+	+	+	+			+	+	,, plicatilis Ehrbg.	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	
	+		+			+		Opercularia articulata Ehrbg.				+	+						+	
	+							,, Lichtensteinii Stein			+									
+			+			+		Cothurnia crystallina Ehrbg.	+					+			+			
		+						,, curva				+		+						
	+	+	+					Pyxicola curvata n. spec.[1]	+	+	+									
					+			Vaginicola globosa d'Udek.								+				
							+	Thuricola operculata (Gruber)								+				
				+				Platycola dilatata (From.)									+			
								Suctoria.												
+	+	+	+	+	+		+	Metacineta mystacina (Ehrbg.)	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+
+	+	+		+	+	+		Staurophrya elegans Zach.	+	+							+		+	
+	+		+	+		+		Podophrya (spec.?)			+	+	+				+		+	+
		+						,, elongata Clap. u. Lachm.	+											
+								,, mollis Kent.					+	+						
+								,, Steinii Clap. u. Lachm.						+						

[1] Pyxicola curvata n. sp. Chitingehäuse mit kurzem gradem Stiel, von der Form einer ovalbauchigen Retorte mit kurzem, nach der Mündung etwas erweitertem, in einem Winkel von 130—140° zur Hauptachse gekrümmten Halse. Der bauchige Teil der Hülle meistens mit drei ringförmig verlaufenden Vertiefungen. Gesamtlänge 60—70 μ, größte Breite 30—35 μ, Einschnürung am Ansatze des Halses 18—20 μ, Länge des Stielchens 4—6 μ. In der Jugend ist das Gehäuse wasserhell, dann wird es durch Einlagerung von Ferrihydrat nach und nach bernsteingelb bis kastanienbraun. Salzwasser. Abbildung folgt später in einer Abhandlung über die Ciliaten der Elbe.

1904 Obere Elbe	1904 Untere Elbe Nordseite	1904 Untere Elbe Mitte	1904 Untere Elbe Südseite	1905 Obere Elbe	1905 Untere Elbe Nordseite	1905 Untere Elbe Mitte	1905 Untere Elbe Südseite	Das Zooplankton.	1904 September 9.	13.	20.	27.	30	Oktober 11	1905 September 5.	12.	19.	26.	Oktober 3.	10.
			+					Podophrya Wrzesniowskii Kent			+									
		+						„ (spec.?)					+							
	+	+			+			Tokophrya quadripartita (Clap. u. Lachm.)	+					+						
+								Acineta divisa Fraipont					+							
+	+	+	+	+	+	+	+	„ grandis Kent	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	
		+						„ linguifera Clap. u. Lachm.					+							
+			+	+				„ (spec.?)	+					+				+		
+								Solenophrya crassa Clap. u. Lachm.						+						
	+	+						Dendrosoma radians Ehrbg.		+		+								
								Rotatoria.												
								Rhizota.												
+	+	+	+	+	+	+	+	Floscularia (spec.?) (Freischwimmende Jugendform)	+	+	+	+			+	+	+			
+				+				Oecistes crystallinus Ehrbg.						+				+		
+								„ stygis Gosse						+						
				+				„ velatus Gosse											+	
				+	+			Conochilus unicornis Rouss.										+		
								Bdelloidea.												
				+				Philodina citrina Ehrbg.									+	+	+	+
+	+	+		+	+	+	+	„ macrostyla Ehrbg.	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+
+		+		+	+		+	„ megalotrocha Ehrbg.					+	+	+		+	+		+
				+				Rotifer elongatus Weber										+		
	+	+	+					„ hapticus Gosse				+	+							
+	+	+	+					„ tardus Ehrbg.		+	+	+		+	+			+	+	
+	+	+	+	+	+	+	+	„ vulgaris Schrank	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
	+	+			+			Actinurus neptunius Ehrbg.					+	+			+			
								Ploima a) Illoricata.												
+	+	+	+	+	+		+	Asplanchna Brightwellii Gosse	+	+	+	+			+	+	+			
+	+	+	+	+	+	+	+	„ priodonta Gosse	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
				+				Synchaeta (spec.?)											+	
				+				„ (spec.?)									+			
+								„ grandis Zach.		+										
				+				„ oblonga Ehrbg.										+	+	+
+	+	+	+	+		+	+	„ pectinata Ehrbg.		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ tremula Ehrbg.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	Polyarthra platyptera Ehrbg.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+		+	+			„ „ f. euryptera E. Zach.				+	+	+			+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	Triarthra breviseta Gosse	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	„ longiseta Ehrbg.		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+
+	+	+		+	+	+		„ mystacina Ehrbg.		+	+	+			+		+			
+				+				Notommata aurita Ehrbg.						+			+	+	+	
					+		+	Copeus cerberus Gosse				+		+						
+								Proales decipiens (Ehrbg.)				+								
+								„ petromyzon (Ehrbg.)						+						
+		+	+				+	Furcularia ensifera Gosse					+			+				
+	+	+	+	+				„ forficula Ehrbg.	+	+	+	+		+	+					
+								„ gibba Ehrbg.					+							
				+				„ gracilis Ehrbg											+	
					+	+	+	„ melandocus											+	

1904 Obere Elbe	1904 Untere Elbe Nordseite	1904 Untere Elbe Mitte	1904 Untere Elbe Südseite	1905 Obere Elbe	1905 Untere Elbe Nordseite	1905 Untere Elbe Mitte	1905 Untere Elbe Südseite	Das Zooplankton.	1904 September 9.	13.	20.	27.	30.	1904 Oktober 11.	1905 September 5.	12.	19.	26.	3.	1905 Oktober 10.
					+			Furcularia micropus Gosse										+		
				+				Diglena caudata Ehrbg.			+									
				+				„ catellina Ehrbg.				+								
	+		+	+				„ forcipata Ehrbg.		+				+		+				
+								„ grandis Ehrbg.					+	+						
+				+				„ (spec.?)				+				+	+			
								b) Loricata.												
+	+	+	+	+	+	+	+	Mastigocerca capucina Zach. u. Wierz.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
				+				„ carinata Ehrbg.											+	
+				+				„ elongata Gosse	+	+					+				+	
+	+	+	+	+	+	+	+	„ stylata Gosse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	+	+	+	+	+	+	+	„ (spec.?)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
				+				Rattulus cymolius Gosse											+	
				+				„ sejunctipes Gosse										+	+	
+	+	+	+	+	+		+	Coelopus porcellus Gosse	+	+	+	+	+	+		+	+		+	
				+	+			„ tenuior Gosse							+				+	
+				+				Dinocharis intermedius Bergend.					+					+		
+					+	+		„ pocillum Ehrbg.	+		+			+			+			
+			+	+				„ tetractis Ehrbg.				+		+			+			
+				+	+			Diaschiza semiaperta Gosse	+	+	+	+	+	+				+	+	
+	+	+						„ tenuior Gosse				+	+	+						
	+	+		+		+		„ (spec.?)				+						+		+
+								Salpina brevispina Ehrbg.						+						
					+			„ mutica Perty									+			
				+				Euchlanis macrura Ehrbg.										+		
				+				„ dilatata Ehrbg.										+		
+								„ lyra Huds.						+						
+	+		+	+	+		+	Catypna luna (Ehrbg.)	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	
+			+					„ sulcata Gosse	+					+						
				+				Distyla Giessensis Eckstein												+
+	+	+	+	+	+	+	+	Monostyla bulla Gosse	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+		+	+	„ lunaris Ehrbg.	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+
+				+				„ cornuta Ehrbg.				+						+		
				+			+	Colurus bicuspidatus Ehrbg.									+			
+			+	+	+			„ caudatus Ehrbg.		+	+	+	+	+		+	+			
				+				„ deflexus Ehrbg.											+	
+								„ uncinatus Ehrbg.					+	+						
+								Metopidia emarginata Ehrbg.						+						
+						+		„ lepadella Ehrbg.			+	+	+					+		
+				+				„ solidus Gosse						+					+	
+				+				Monura colurus Ehrbg.	+	+	+	+							+	
+					+			Pterodina patina Ehrbg.						+		+				
				+				Pompholyx complanata Gosse								+				
+	+	+	+	+	+	+	+	„ sulcata Hudson	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	
+	+	+	+	+	+	+	+	Brachionus angularis Gosse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	+	+	+	+	+	+	+	„ Bakeri Ehrbg.	+	+	+		+		+	+	+	+	+	
				+	+	+		„ bidens Plate								+	+	+	+	+
+	+	+	+					„ brevispinus Gosse			+	+		+						
				+				„ dorcas Gosse											+	
+			+					„ Mülleri Ehrbg.			+									
+	+	+	+	+	+	+	+	„ pala Ehrbg.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	+	+	+	+	+	+	+	„ „ var. amphiceros (Ehrbg.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

1904 Obere Elbe	1904 Untere Elbe Nordseite	1904 Untere Elbe Mitte	1904 Untere Elbe Südseite	1905 Obere Elbe	1905 Untere Elbe Nordseite	1905 Untere Elbe Mitte	1905 Untere Elbe Südseite	Das Zooplankton.	1904 September 9.	13.	20.	27.	30.	Oktober 11	1905 September 5.	12.	19	26.	Oktober 3.	10
				+	+	+	+	Brachionus (spec.?)		+					+	+	+			
				+	+		+	„ polyacanthus Ehrbg.								+	+	+		
								„ quadratus Gosse												
								„ „ (var.?)				+								
								„ rubens Ehrbg.												
	+	+	+	+	+	+	+	„ urceolaris Ehrbg.			+			+	+	+	+		+	
				+				Schizocerca diversicornis v. Daday	+	+			+		+	+		+		
	+	+	+	+	+	+	+	Anuraea aculeata Ehrbg.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
				+	+	+		„ „ var. brevispina Gosse			+					+	+	+		+
								„ cochlearis Gosse												
								„ tecta Gosse												
								„ hypelasma Gosse												
				+		+		„ testudo Ehrbg.						+		+	+		+	+
	+	+	+	+		+		Notholca acuminata (Ehrbg.)	+	+	+		+	+		+				
					+			„ foliacea (Ehrbg.)								+				
			+					„ labis Gosse	+	+			+	+						
								„ scapha Gosse												
								„ (spec.?)						+						
								„ striata Ehrbg.												
				+	+	+	+	Gastropus hyptopus (Ehrbg.)	+		+				+	+	+	+	+	+
	+							Anapus ovalis Bergend.					+	+						
								Crustacea. **Copepoda.**												
		+	+			+		Cyclops strenuus Fischer		+	+									+
						+		„ Leuckarti Claus										+	+	
								„ viridis Jurine												
+								Canthocamptus staphylinus Jurine				+								
+								Nitocra hybernica Brady												+
+		+	+		+		+	Tachidius discipes Giesbrecht	+		+		+		+		+		+	
+	+	+	+	+	+	+	+	Eurytemora affinis Poppe	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								Cladocera.												
					+			Daphnia hyalina Leydig												+
+								Hyalodaphnia cucullata G. O. Sars		+										
						+		Ceriodaphnia pulchella G. O. Sars									+			
				+				Simocephalus vetulus Schödler.									+			
								Bosmina longirostris O. F. Müll.												
				+	+	+	+	„ „ a) brevicornis Hellich							+	+		+	+	
+	+	+	+	+	+	+	+	„ „ b) longirostris s. str.	+		+	+	+			+	+	+	+	+
							+	„ „ c) similis Lilljeb. Sars											+	
+	+	+	+	+	+	+	+	„ „ d) cornuta Jurine	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+			+	+	+	„ coregoni Baird			+				+	+				+
			+					Iliocryptus sordidus (Lúvin)				+								
+			+					„ agilis Kurz	+	+		+								
+								Macrothrix laticornis Jurine		+										
		+						Lynceus quadrangularis O. F. Müll.					+							
				+				„ affinis Leydig										+		
								„ rectangulus G. O. Sars												
+		+	+	+	+	+	+	„ rostratus Koch	+		+	+	+			+		+		
				+				Leydigia quadrangularis (Leydig)												+
							+	„ acanthoceroides Fischer	+											
				+				Alonella nana Baird.												+
+				+	+	+	+	Chydorus sphaericus (O. F. Müll.)			+				+	+	+		+	+

Tabelle III. [1]

Quantitative Zusammensetzung
für die untere Elbe die täglichen Mittelwerte

1904	9. September		13. September	
	Obere Elbe	Untere Elbe	Obere Elbe	Untere Elbe
Rotatoria.				
Synchaeta tremula, pectinata etc.	66 000	14 000	—	4 000
Polyarthra platyptera	73 000	396 000	135 000	163 000
Triarthra breviseta etc.	506 000	45 000	749 000	12 000
Mastigocerca, capucina etc.	2 132 000	1 110 000	1 258 000	254 000
Brachionus angularis	626 000	992 000	364 000	178 000
Brachionus, die übrigen Arten der Tabelle I b.	92 000	99 000	187 000	11 000
Anuraea cochlearis	139 000	148 000	281 000	35 000
„ tecta	380 000	840 000	187 000	200 000
„ hypelasma	3 478 000	1 740 000	3 785 000	349 000
Alle übrigen Rotatorien der Tabelle I b	43 000	100 000	53 000	21 000
Summe der Rotatorien	7 540 000	5 484 000	6 999 000	1 227 000
Crustacea.				
Copepoda a) ausgebildete	800	30 600	—	23 000
b) Nauplien	—	60 900	5 200	208 000
Cladocera	2 400	6 000	1 050	—
Summe der Crustaceen	3 200	97 500	6 250	231 000

1905	5. September		12. September	
Rotatoria.				
Synchaeta tremula, pectinata etc.	—	—	—	—
Polyarthra platyptera	32 000	98 000	44 000	49 000
Triarthra breviseta	96 000	34 000	8 000	18 000
Mastigocerca capucina etc.	2 672 000	410 000	804 000	787 000
Brachionus angularis	16 000	159 000	32 000	179 000
Brachionus, die übrigen Arten der Tabelle I b.	48 000	134 000	28 000	79 000
Anuraea cochlearis	176 000	90 000	8 000	72 000
„ tecta	352 000	472 000	168 000	407 000
„ hypelasma	2 976 000	296 000	516 000	1 125 000
Alle übrigen Rotatorien der Tabelle I b	80 000	50 000	52 000	61 000
Summe der Rotatorien	6 448 000	1 743 000	1 660 000	2 777 000
Crustacea.				
Copepoda a) ausgebildete	300	24 900	300	9 000
b) Nauplien	—	323 000	500	73 000
Cladocera	2 550	7 900	3 050	5 500
Summe der Crustaceen	2 850	355 800	3 850	87 500

[1]) Tabelle II hinter der Tafelerklärung.

des Zooplanktons;

aus 3 Fängen (Nordseite, Mitte, Südseite).

20. September		27. September		30. September		10. Oktober	
Obere Elbe	Untere Elbe	Obere Elbe	Untere Elbe	Obere Elbe	Untere Elbe	Obere Elbe	Untere Elbe
—	100 000	10 000	10 000	21 000	—	104 000	102 000
34 000	98 000	78 000	83 000	20 000	105 000	40 000	63 000
884 000	879 000	109 000	187 000	—	83 000	20 000	42 000
1 126 000	1 348 000	410 000	159 000	343 000	207 000	56 000	43 000
346 000	1 040 000	36 000	166 000	—	145 000	—	—
86 000	73 000	5 000	45 000	—	62 000	—	6 000
139 000	208 000	78 000	170 000	62 000	166 000	60 000	142 000
502 000	636 000	181 000	284 000	179 000	395 000	116 000	112 000
3 050 000	2 222 000	972 000	187 000	301 000	322 000	12 000	
88 000	180 000	44 000	75 000	74 000	107 000	48 000	39 000
6 255 000	6 784 000	1 923 000	1 366 000	1 000 000	1 592 000	456 000	549 000
—	10 350	—	32 550	—	20 800	—	21 050
4 150	77 600	2 100	360 550	2 100	156 000	1 600	115 450
10 400	3 750	8 300	7 600	16 650	12 500	3 200	4 600
14 550	91 700	10 400	400 700	18 750	189 300	4 800	141 100

19. September		26. September		3. Oktober		10. Oktober	
—	—	16 000	8 000	12 000	7 000	4 000	8 000
32 000	30 000	16 000	8 000	8 000	17 000	20 000	13 000
—	—	—	—	—	—	—	—
125 000	105 000	24 000	11 000	—	19 000	4 000	4 000
32 000	23 000	4 000	14 000	4 000	15 000	8 000	7 000
88 000	32 000	—	2 000	—	1 000	—	1 000
24 000	31 000	4 000	22 000	8 000	14 000	8 000	8 000
32 000	81 000	36 000	31 000	20 000	28 000	16 000	13 000
48 000	44 000	4 000	8 000	—	—	—	
32 000	17 000	16 000	4 000	20 000	—	4 000	3 000
416 000	363 000	120 000	108 000	72 000	101 000	64 000	57 000
150	65 400	—	6 243 700	150	158 400	—	191 000
—	126 000	—	265 900	—	244 000	—	106 400
950	2 900	1 900	136 900	3 500	25 800	1 900	152 200
1 100	194 300	1 900	6 646 500	3 650	428 200	1 900	449 600

Tabelle IV.

Mittelwerte des Zooplanktons.

		Mittelwerte aus den Fängen beider Stationen		Mittelwerte aus allen Fängen	
		1904	1905	1904	1905
Rotatoria.					
Synchaeta tremula etc.	Obere Elbe	33 500	5 500	36 000	4 500
	Untere „	38 500	3 500		
Polyarthra platyptera	Obere „	63 500	25 500	107 500	30 500
	Untere „	151 500	36 000		
Triarthra breviseta etc.	Obere „	378 000	17 500	293 000	13 000
	Untere „	208 000	8 500		
Mastigocerca capucina etc.	Obere „	887 500	605 000	704 000	414 000
	Untere „	520 000	222 500		
Brachionus angularis	Obere „	228 500	16 000	329 000	41 000
	Untere „	420 000	66 000		
„ die übrigen Arten der Tabelle	Obere „	61 500	27 500	55 500	34 000
	Untere „	49 500	40 000		
Anuraea cochlearis	Obere „	126 500	38 000	135 500	39 000
	Untere „	144 500	39 500		
„ tecta	Obere „	257 500	104 000	334 000	138 000
	Untere „	441 000	172 000		
„ hypelasma	Obere „	1 933 000	590 500	1 368 000	418 000
	Untere „	803 500	245 500		
Alle übrigen Rotatorien der Tabelle	Obere „	58 500	34 000	73 000	28 500
	Untere „	87 000	22 500		
Summe der Mittelwerte der Rotatorien	Obere Elbe	4 028 000	1 463 500	3 435 500	1 160 500
	Untere „	2 863 500	856 000		
Crustacea.					
Copepoden: a) ausgebildete	Obere Elbe	133	150	11 500	557 500
	Untere „	23 000	1 115 500		
b) Nauplien	Obere „	2 500	83	83 000	95 000
	Untere „	163 000	189 500		
Cladocera	Obere „	7 000	2 500	6 500	29 000
	Untere „	5 750	55 500		
Summe der Mittelwerte der Crustaceen	Obere Elbe	9 500	2 500	101 000	681 500
	Untere „	192 000	1 360 500		
Summe der Mittelwerte aller Metazoën der Fänge	Obere Elbe	4 037 500	1 466 000	3 536 500	1 892 000
	Untere „	3 055 500	2 216 500		

Tabelle V.

Das Zooplankton des Indiahafens am 10. Oktober 1905.

Rotatoria.

Philodina macrostyla	3 200
Rotifer vulgaris	16 800
Actinurus neptunius	4 000
Asplanchna priodonta	800
Triarthra longiseta	19 200
Monostyla bulla u. M. lunaris	7 200
Euchlanis dilatata u. macrura	1 600
Pterodina patina	800
Pompholyx sulcata	800
Brachionus angularis	32 000
„ pala	7 200
„ „ amphiceros	2 400
„ Bakeri	20 000
„ quadratus	5 800
„ rubens	2 400
Anuraea aculeata	75 200
„ brevispina	5 800
„ cochlearis	223 200
„ tecta	70 400
Notholca labis u. striata	4 000
Summe:	502 800

Crustacea.

Copepoda.

Cyclops viridis u. and. Arten	7 200
Eurytemora affinis	2 400
Nauplien	348 800

Cladocera.

Hyalodaphnia cucullata		3 200
Bosmina longirostris-cornuta ♂	108 800	11 040 000
„ „ „ ♀, noch nicht völlig entwickelt	7 203 200	
♀, mit Eiern u. Brut	3 728 000	
„ „ „ (Eier und Brut 7 107 200)		
Lynceus affinis, rostratus u. a. A.		150 400
Andere Cladoceren		16 000
Summe:		11 568 000

Tabelle VI a.

Mittlere Wasserstände der Elbe bei Hamburg

in den Monaten Juli, August, September und vom 1.—10. Oktober (in Metern über Altnull).

1904	Hochwasser	Niedrigwasser	Mittel	1905	Hochwasser	Niedrigwasser	Mittel
Juli	4,951	2,878	3,915	Juli	5,156	2,983	4,065
August	5,047	2,984	3,522	August	5,136	3,029	4,083
September	4,664	2,712	3,688	September	5,100	3,013	4,057
Oktober, 1.—11.	5,192	3,196	4,194	Oktober, 1.—11.	5,481	3,379	4,430
Juli, August, September			3,708	Juli, August, September			4,068

Tabelle VI b.

Tägliche Wasserstände der Elbe

im September (in Metern über Altnull).

	1904 Hochwasser	1904 Niedrigwasser	1905 Hochwasser	1905 Niedrigwasser
1.	4,750 4,945	2,740 2,820	5,640 5,805	3,260 3,420
2.	4,780 4,800	2,900 2,850	5,610 5,720	3,405 3,365
3.	4,650 4,730	2,840 2,780	5,790 5,750	3,410 3,410
4.	4,970 4,785	2,940 3,155	5,605 5,675	3,650 3,435
5.	4,350	2,790 2,480	5,130 5,240	3,195 2,960
6.	4,130 4,270	2,415 2,480	5,020 5,020	3,000 2,885
7.	4,310 4,510	2,500 2,740	5,125 5,085	2,850 3,030
8.	4,910 4,880	2,915 2,800	5,220	3,140 3,240
9.	4,780 4,850	2,835	5,090 5,300	3,230 3,195
10.	5,115 5,490	2,800 3,120	4,915 5,220	3,075 3,290
11.	5,405 5,495	3,220 3,230	5,570 5,515	3,420 3,285
12.	5,215 5,120	3,150 2,960	5,145 5,260	3,100
13.	4,620 4,820	2,730 2,540	5,010 5,200	3,010 2,980
14.	4,750 4,780	2,660 2,687	5,050 5,300	3,030 3,030
15.	4,590 4,750	2,675 2,645	5,050 5,200	3,070 2,965
16.	4,665 4,540	2,730 2,645	5,250 5,730	3,040 3,290

	1904 Hochwasser	1904 Niedrigwasser	1905 Hochwasser	1905 Niedrigwasser		1904 Hochwasser	1904 Niedrigwasser	1905 Hochwasser	1905 Niedrigwasser
17.	4,460 4,320	2,600 2,520	5,510 5,295	3,560 3,235	24.	4,440 4,550	2,685 2,590	4,330	2,580 2,130
18.	4,220	2,500 2,420	4,935 4,950	2,990 2,815	25.	4,410 4,700	2,620 2,580	4,210 4,635	2,610 2,750
19.	3,970 4,160	2,350 2,390	4,195 4,650	2,730 2,460	26.	4,760 4,920	2,730 2,820	4,825 5,050	2,910 2,910
20.	4,050 4,220	2,430 2,400	4,720 5,010	2,660 2,790	27.	4,750 4,820	2,860 2,780	4,960 5,020	2,940 2,885
21.	4,060 4,260	2,410 2,430	4,730 4,560	2,950 2,700	28.	4,730 4,800	2,800 2,775	5,000 5,005	2,920
22.	4,150 4,320	2,470 2,480	4,490 4,540	2,625 2,615	29.	4,670 4,670	2,810 2,740	4,845 5,020	2,810 2,800
23.	4,360 4,705	2,640	4,560 4,360	2,695 2,645	30.	4,680 4,720	2,765 2,790	5,050 5,960	2,835 3,130

Tägliche Wasserstände der Elbe
vom 1.—10. Oktober.

	1904 Hochwasser	1904 Niedrigwasser	1905 Hochwasser	1905 Niedrigwasser		1904 Hochwasser	1904 Niedrigwasser	1905 Hochwasser	1905 Niedrigwasser
1.	4,690 4,955	2,820 2,890	6,130 6,090	3,740 3,860	6.	4,940 6,050	3,070 5,150	5,815 6,060	3,660 3,880
2.	5,080 4,905	3,205 3,140	5,570 5,785	3,510 3,315	7.	7,115 6,020	4,820 3,380	5,570	3,910 3,325
3.	4,755 4,460	3,015 2,800	5,635 5,610	3,390 3,310	8.	5,555 5,585	3,340	5,020 5,140	3,020 2,950
4.	4,635	2,845 2,760	5,230 5,330	3,220 2,940	9.	5,485 5,430	3,230 3,210	4,890 5,580	3,020 3,305
5.	4,550 5,120	2,960 3,215	5,660 5,650	3,370 3,490	10.	4,960 5,170	2,910 2,760	5,140 5,130	3,050 2,885

Literaturverzeichnis.[1]

1. Ahlborn, F. Über die Wasserblüte Byssus flos aquae und ihr Verhalten gegen Druck. — Verhandl. d. Naturwiss. Ver. Hamburg, 3. F. II., p. 25.
2. Amberg, O. Die von Schröder-Amberg modifizierte Sedgwick-Raftersche Methode der Planktonzählung. — Biolog. Centralbl. XX, p. 283. 1900.
3. Apstein, C. Das Süßwasserplankton. Methode und Resultate der quantitativen Untersuchung. — Kiel u. Leipzig. (Lipsius & Tischer). 1896.
4. Bachmann, H. Planktonfänge mittels der Pumpe. — Biolog. Centralbl. XX, p. 386. 1900.
5. Blochmann, F. Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers. — 2. Aufl. Hamburg (Gräfe & Sillem). 1895.
6. Bokorny, Th. Einige Versuche über die Abnahme des Wassers an organischer Substanz durch Algenvegetation. — Arch. f. Hygiene XIV, p. 202. 1892.
7. — Chemisch-physikalische Beiträge zur Frage der Selbstreinigung der Flüsse. — Chemikerzeitung, p. 21, 35, 53, 70. 1893.
8. — Giftwirkung verschiedener chemischer Substanzen bei Algen und Infusorien. — Arch. f. d. ges. Physiologie LXIV, p. 262. 1896.
9. — Über die organische Ernährung grüner Pflanzen. — Biolog. Centralbl. XVII, p. 1. 1897.
10. — Neuere Arbeiten über organische Pflanzenernährung und die Selbstreinigung der Flüsse. — Naturwiss. Wochenschr. XVI, p. 33. 1901.
11. Bornet et Flahault. Revision des Nostocacées hétérocystées. — Ann. d. Sci. nat., Sér. VII, T. III, IV, V, VII. 1886—88.
12. Brand, K. Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Planktons. — Wissensch. Meeresunters. Abteil. Kiel. N. F. III 2, p. 45. 1898.
13. — Über den Stoffwechsel im Meere. — Das. N. F. IV, p. 213. 1899.
14. Buchheister, M., u. Bensberg, E. Hamburgs Fürsorge für die Schiffbarkeit der Unterelbe. Hamburg (A. G. Neue Börsenhalle). 1901.
15. Burckhardt, G. Quantitative Studien über das Zooplankton des Vierwaldstätter Sees. — Mitteil. d. Naturforsch. Ges. Luzern, III, p. 1. 1900.
16. Bütschli, O. Protozoa. — Bronns Klass. u. Ordn. d. Tierreichs. Leipzig und Heidelberg (C. F. Winter). 1882—89.
17. Chodat. Algues vertes de la Suisse. — Beitr. z. Kryptogamenflora d. Schweiz. I, 3. Bern. 1902.
18. Claparède, E., et Lachmann, J. Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Genève et Bâle. 1868.
19. Cleve, P. T. Synopsis of the Naviculoid Diatoms. — Kgl. Svenska Vetensk. Ak. Handl. XXVI, Nr. 2, und XXVII, Nr. 3. 1894—95.
20. Cronheim, W. Die Bedeutung der pflanzlichen Schwebeorganismen für den Sauerstoffgehalt des Wassers. — Plöner Berichte XI, p. 276. 1904.
21. Dahl, F. Untersuchungen über die Tierwelt der Unterelbe. — 6. Bericht z. Unters. d. deutsch. Meere, III. Kiel. 1891.
22. Dolley, Ch. S. The Planktokrit, a centrifugal apparatus for the volumetric estimation of the food supply of oysters and other aquatic-animals. — Proc. Acad. of Nat. Sci. of Philadelphia, p. 276. 1896.

[1] Die vielen populären Schriften über die Unterelbe konnten in diesem Verzeichnis wissenschaftlicher Publikationen keine Berücksichtigung finden.

23. Dixon-Nuttall, F. R., and Freemann, R. The Rotatorian genus Diaschiza. A monographic study with description of a new species. — Journ. Roy. Micr. Soc., p. 1. 1903.
24. Dujardin, M. F. Histoire naturelle des Zoophytes. Infusoires. — Paris. 1841.
25. Dünkelberg, F. W., und Hanamann. Die Reinigung des Wassers für kommunale, häusliche und gewerbliche Zwecke. Berlin (A. Seydel). 1906.
26. Ehrenberg, C. G. Organisation, Systematik u. geographisches Verhalten der Infusionstierchen. — Berlin. 1830.
27. — Zur Erkenntnis der Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes. — Berlin. 1832—34.
28. — Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. — Leipzig (Leopold Voß). 1838.
29. Eckstein, C. Die Rotatorien der Umgegend von Gießen. — Zeitschr. f. wiss. Zool. XXXIX, p. 343. 1883.
30. Ekman, Sven. Die Phyllopoden, Cladoceren und freilebenden Copepoden der nordschwedischen Hochgebirge. — Zool. Jahrb. XXI, p. 156 u. 157. 1904.
31. Emmerich, C. Über die Beurteilung des Wassers vom bakteriologischen Standpunkt. Berlin (J. Springer). 1904.
32. Eyffert, B. Die einfachsten Lebensformen des Tier- und Pflanzenreichs. 3. Aufl. Braunschweig. 1900.
33. Fischer, F. Das Wasser, seine Verwendung u. Reinigung. 3. Aufl. Berlin. 1902.
34. Forel, F. A. Materiaux pour servir à l'étude de la faune profonde du lac Léman. — Bull. de la Soc. vaudoise des Sci. nat. XIII—XVI. 1874—79.
35. — Étude sur les variations de la transparence des eaux du lac. Léman. — Arch. des Sci. phys. et d'hist. nat. Genève LIX. 1877.
36. — Le Léman. Monographie limnetique. — Lausanne (F. Rouge). 1892—1902.
37. Francé, H. Zur Biologie des Planktons. — Biolog. Centralbl. XIV, p. 33—38. 1894.
38. Frenzel, Joh. Die Diatomeen und ihr Schicksal. — Naturwissensch. Wochenschr., p. 157. 1897.
39. — Zur Planktonmethodik. Biolog. Centralbl. XVII, p. 190 u. 365. 1897.
40. Frič, A., und Vávra, V. Untersuchung des Elbflusses und seiner Altwässer. Untersuchungen über die Fauna der Gewässer Böhmens. — Arch. d. naturwiss. Landesdurchforsch. Böhmens XI. 3. 1901.
41. Fuhrmann, O. Zur Kritik der Planktontechnik. Biolog. Centralbl. XIX, p. 584. 1899.
42. Gomont, M. Monographie des Oscillariées. — Ann. Sci. nat., sér. VII, T. XV, XVI. 1893.
43. Hansgirg. Prodromus der Alpenflora von Böhmen. — Arch. d. naturwiss. Landesdurchforsch. i. Böhmen V Nr. 6, u. VIII, Nr. 4. 1886—92.
44. Hartwig, W. Zur Verbreitung der niederen Crustaceen in der Provinz Brandenburg. — Plöner Berichte V, p. 115, u. VI, p. 140. 1897—98.
45. — Die niederen Crustaceen des Müggelsees und des Saaler Boddens während des Sommers 1897. Plöner Berichte VII, p. 29. 1899.
46. Hensen, V. Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Tieren. 5. Ber. d. Kommiss. f. wiss. Unters. d. deutsch. Meere. Kiel. 1887.
47. — Ergebnisse der Untersuchungen bei der Planktonexpedition. — Ergebnisse der Planktonexpedition. Kiel. 1895.
48. — Bemerkungen zur Planktonmethodik. — Biolog. Centralbl. XVII, p. 510. 1897.

49. Hensen, V. Über die quantitative Bestimmung der kleinen Planktonorganismen und über den Diagonalzug mittels geeigneter Netzformen. — Wiss. Meeresunters. N. F. V. Kiel. 1901.

50. Heurck, van. Traité des Diatomées. — Antwerpen. 1899.

51. Hofer, B. Über die Mittel und Wege zum Nachweis von Fischwasser-Verunreinigungen durch Industrie- und Städte-Abwässer. — Allgem. Fischerei-Zeitung XXVI, p. 419. 1901.

52. — Über eine einfache Methode zur Schätzung des Sauerstoffgehaltes im Wasser. — Das. XXVII, p. 408. 1902.

53. — Handbuch der Fischkrankheiten. — München. 1904.

54. Hoppe-Seyler. Über die Verteilung absorbierter Gase im Wasser des Bodensees etc. Schrift d. Ver. d. Gesch. d. Bodensees. Heft 24. 1895.

55. Hudson, C. T., and Gosse, P. H. The Rotifera or Wheel-Animalcutes. — London (Longmans, Green and Co.) 1889.

56. Jäger, H. Naturwissenschaftliches und Sanitäres über Flußverunreinigung und Selbstreinigung. — Württemb. Med. Corr. 1896.

57. Imhof. Die Fauna der Süßwasserbecken. — Zool. Anz. XI. p. 166 u. 185. 1888.

58. — Die Zusammensetzung der pelagischen Fauna der Süßwasserbecken. Biolog. Centralbl. XII, p. 171 u. 200. 1892.

59. v. Istvánffi, G. D. Die Vegetation der Budapester Wasserleitung. — Bot. Centralbl. LXI, p. 7. 1895.

60. Kent, W. S. A manual of the Infusoria. — London (D. Bogue). 1880—82.

61. Kirchner, O. Die mikroskopische Pflanzenwelt des Süßwassers. Hamburg. (Gräfe & Sillem). 1891.

62. — Algen. — Kryptogamenflora v. Schlesien v. Ferd. Cohn. II. 1. Hälfte. Berlin. 1878.

63. Klebahn, H. Gasvacuolen, ein Bestandteil der Zellen der wasserblütebildenden Algen. Flora LXXX, p. 241. 1895.

64. — Über wasserblütebildende Algen. — Plöner Berichte IV, p. 189. 1896.

65. — Bericht über einige Versuche, betreffend die Gasvacuolen der Gloeotrichia echinulata. — Daselbst V, p. 166. 1897.

66. Klunzinger, C. B. Die Lehre von den Schwebewesen des süßen Wassers oder Untersuchungsweisen und Ergebnisse der Limnoplanktologie mit besonderer Rücksicht auf die Fischerei. — Charlottenburg. 1897.

67. Klunzinger, C. B. Über die physikalischen, chemischen und biologischen Ursachen der Farbe unserer Gewässer. — Jahresber. d. Ver. f. vaterl. Naturkunde in Württemberg, LVII, p. 321. 1901.

68. Knauthe, K. Der Kreislauf der Gase in unseren Gewässern. — Biol. Centralblatt XVIII, p. 785. 1895.

69. Knörrich, W. Studien über die Ernährungsbedingungen einiger für die Fischproduktion wichtiger Mikroorganismen des Süßwassers. — Plöner Ber. VIII, p. 1. 1901.

70. Knudsen, M. Über das Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt des Meerwassers und dem Plankton des Meeres. — Ann. d. Hydrogr. XXIV, p. 463. 1896.

71. Kochs. Über künstliche Vermehrung kleiner Crustaceen. — Biolog. Centrbl. XII, p. 599. 1892.

72. Kofoid, C. A. On some important sources of error in the Plankton method. — Sci. VI, p. 829. 1897.

73. Kofoid, C. A. Plankton studies. I. Methods and apparatus in use in Plankton investigations at the biological experimental station of the university of Illinois. — Bull. of the Illin. stat. Labor. of Nat. hist. II. 1897.
74. — The Plankton of the Illinois river 1894—1899 with indroductory notes upon the Hydrography of the Illinois river and its Basin. I. Quantitative investigations and general results. Daselbst VI, p. 95—629. 1903.
75. Kolkwitz, R. Gibt es Leitorganismen für verschiedene Grade der Verschmutzung des Wassers? — Verhandl. d. Ver. deutsch. Naturforsch. u. Ärzte, 73. Vers. II. 1. Hälfte. Leipzig. 1902.
76. — Beiträge zur biologischen Wasserbeurteilung. Trinkwasseruntersuchung. — Mitteil. d. Kgl. Prüf.-Anst. f. Wasserversorg. u. Abwässerbeseit. 2, p. 23. 1903.
77. — Über Bau und Leben des Abwasserpilzes Leptomitus lacteus. — Das. p. 34. 1903.
78. — Die Beurteilung der Talsperrenwässer vom biologischen Standpunkt. — Journ. f. Gasbeleucht. u. Wasserversorg., p. 3. 1905.
79. Kolkwitz, R., u. Marsson, M. Grundsätze der biologischen Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. — Mitteil. d. Kgl. Vers.-Anst. f. Wasservers. u. Abwässerbeseit. 1, p. 33. 1902.
80. König, J. Die Verunreinigung der Gewässer. 2. Aufl. Berlin. 1899.
81. — Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Flüsse. — Berlin (P. Parey). 1903.
82. Krämer, A. Über die Zentrifugierung des Planktons. — Bau der Korallenriffe. Kiel u. Leipzig (Lipsius & Tischer). 1897.
83. — Die Messung des Planktons mittels der Zentrifuge und die damit erreichten Resultate in der Südsee und in den heimischen Gewässern. — Verhandl. d. Ges. deutsch. Naturf. u. Ärzte. 68. Vers. II, p. 176. 1897.
84. Kraepelin, K. Die Fauna der Hamburger Wasserleitung — Abhandl. d. Naturwiss. Ver. Hamburg, IX, p. 1. 1885.
85. Kraut, K. Welche Bedeutung hat der Zufluß der Effluvien der Chlorkalciumfabriken bei Staßfurth, Aschersleben und Bernburg für den Gebrauch des Elbwassers. Hannover. 1884.
86. — Neuere Untersuchungen über die Zuflüsse der Saale im Hinblick auf den Staßfurt-Magdeburger Laugenkanal. Darmstadt. 1890.
87. — Gutachten in Sachen der Stadt Magdeburg gegen die Mansfeldsche Gewerkschaft und Genossen. Hannover. 1896.
88. — Zweites Gutachten in derselben Sache. Hannover. 1899.
89. Kraut, K., und Launhardt, W. Der Staßfurt-Magdeburger Laugenkanal. Darmstadt. 1888.
90. Kützing, F. Fr. Die kieselschaligen Bacillariaceen oder Diatomeen. — Nordhausen (Förstemann). 1865.
91. — Tabulae phycologicae I—XIX. — Daselbst. 1871.
92. Lampert, K. Das Leben der Binnengewässer. — Stuttgart. 1896—98.
93. Lauterborn, R. Über die Winterfauna einiger Gewässer. — Biol. Centralblatt XIV, p. 390. 1894.
94. — Die sapropelische Lebewelt. — Zool. Anz. XXIV, p. 50. 1901.
95. — Beiträge zur Mikrofauna und -flora der Mosel, mit besonderer Berücksichtigung der Abwasserorganismen. — Zeitschr. f. Fischerei u. d. Hilfswiss. IX, p. 1 (Extr. Zool. Cbl. VIII, p. 535.) 1901.
96. — Die Ergebnisse einer biologischen Probeuntersuchung des Rheins. — Arbeiten v. d. Kais. Gesundh.-Amt, XXII, 3. 1905.
97. Leidy, J. Fresh-water Rhizopods of North America. Washington. — Rep. of the U. S. Geolog. surv. of the Territories, Washington XII. 1879.

98. Lemmermann, E. Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., XVIII, 1900 u. XXII, 1904. — Plöner Ber. XI, 1904 u. XII, 1905. 1900—05.

99. Leydig, F. Naturgeschichte der Daphniden. — Tübingen (Laupp). 1860.

100. Lilljeborg, W. Cladocera Sueciae oder Beitrag zur Kenntnis der in Schweden lebenden Krebstiere von der Ordnung der Branchiopoden und der Unterordnung der Cladoceren. — Nov. Act. Reg. Soc. Sci. Upsalliensis, Ser. III, Vol. XIX. 1901.

101. Lindau, Schiemenz, Marsson, Elsner, Proskauer und Thiesing. Hydrobiologische und hydrochemische Untersuchungen über die Vorflutersysteme der Bäke, Nuthe, Panke und Schwärze. — Vierteljahrsschr. f. gerichtliche Med. u. öff. Sanitätswesen 3. F. XXI. Supplem. 1901.

102. Linsbauer, L. Die Lichtverhältnisse des Wassers. — Verhandl. der Zool.-Bot. Ges. Wien. 1898.

103. Lohmann, H. Über das Fischen mit Netzen aus Müllergaze Nr. 20. — Wiss. Meeresunters. d. Kommiss. z. Unters. d. deutsch. Meere, Abt. Kiel. N. F. V, p. 47. 1901.

104. — Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton und über die Brauchbarkeit der verschiedenen Fangmethoden. — Daselbst N. F. VII. 1902.

105. Löw und Bokorny. Zur Frage der Selbstreinigung der Flüsse. — Arch. f. Hygiene, XII, p. 261. 1891.

106. Marsson, M. Planktologische Mitteilungen. — Ztschr. f. angew. Mikr., IV, p. 169, 197, 225 u. 253. 1898—99.

107. — Zur Kenntnis der Planktonverhältnisse einiger Gewässer der Umgebung von Berlin. — Plöner Berichte, VIII, p. 1. 1900.

108. — Untersuchung der Berliner Tiergartengewässer. — Mitteil. d. Brandenb. Fischereiver., Heft 2, p. 197. 1900.

109. — Die Fauna und Flora des verschmutzten Wassers und ihre Beziehungen zur biologischen Wasseranalyse. — Plöner Berichte, X, p. 60. 1903.

110. — Beiträge zur biologischen Wasserbeurteilung. Flußschlammuntersuchung. — Mitteil. a. d. Kgl. Prüf.-Anst. f. Wasservers. u. Abwässerbes., 2, p. 27. 1903.

111. — Die Abwasserflora und -fauna einiger Kläranlagen bei Berlin und ihre Bedeutung f. d. Reinigung der städtischen Abwässer. Daselbst 4, p. 125. 1904.

112. Marsson, M., und Schiemenz, P. Die Schädigung der Fischerei in der Prene durch die Zuckerfabrik in Anklam. — Zeitschr. f. Fischerei, IX 1, p. 25. 1901.

113. Merckel, Curt. Die Notwendigkeit der Reinhaltung der deutschen Gewässer etc. von Dr. med. G. Bonne, Leipzig, 1901. Besprechung in d. deutschen Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege, XXXIV, p. 499—505. 1902.

114. Mez, C. Mikroskopische Wasseranalyse. — Breslau. 1898.

115. Migula, W. Handbuch der Morphologie, Entwickelungsgeschichte und Systematik der Bakterien. — Jena (H. Fischer). 1897—1900.

116. Molisch, H. Die sog. Gasvacuolen und das Schweben gewisser Phycochromaceen. — Botan. Zeit. LXI, p. 47.

117. Montgomery, Th. H. On the morphology of the Rotatorian family Flosculariidae. — Proc. of the Ac. of Nat. Sci. Philadelphia. p. 363. 1903.

118. Moore, G. T. The condamination of public water supplies by Algae. — Yearb. of Departm. of Agriculture, p. 175. Washington 1902.

119. Moore, G. T., and Kellermann, K. A method of destroiing or preventing the growth of Algae and certain pathogenic Bacteria in water supplies. — U. S. Departm. of Agriculture. Bull. Nr. 64, p. 1. Washington. 1904.

120. Müller, C. G. Der Apparat „Tenax" zur Bestimmung der Wassergase. — Plöner Berichte, X, p. 177. 1903.
121. Müller, O. Die Bacillariaceen im Plankton des Müggelsees bei Berlin. — Zeitschr. f. Fischerei u. deren Hilfswissenschaften. Heft 6. 1895.
122. Neubauer, C., und Vogel, J. Anleitung zur qualitativen und quantitativen Analyse des Gases. 10. Aufl. Wiesbaden (Kreidel). 1898.
123. Oesten, G. Nutzbarmachung der Abwässer für die Fischzucht. — Gesundheits-Ingenieur, XXII, p. 117. 1899.
124. Ohlmüller, W. Untersuchung des Wassers. 2. Aufl. Berlin. 1896.
125. Ostwald, W. Zur Theorie des Planktons. — Biol. Centrbl., XXII, p. 596. 1902.
126. — Über eine neue theoretische Beobachtungsweise in der Planktologie. — Plöner Berichte, X, p. 1. 1903.
127. — Theoretische Planktonstudien. — Zool. Jahrb., Abt. Syst., XVIII, p. 1. 1903.
128. Papenhausen, O. Über das Vorkommen von Bakterien im destillierten Wasser. — Pharm. Zeit. XLVI, Nr. 101, p. 1004. 1901.
129. Penard, E. Faune rhizopodique du Bassin du Léman. — Genève (H. Kündig). 1902.
130. Penard, E. Les Heliozoaires d'eau douce. Genève (H. Kündig). 1904.
131. — Les sarcodines des grands lacs. Genève (H. Kündig). 1905.
132. Perty. Zur Kenntnis kleinster Lebensformen in der Schweiz. Bern 1852.
133. Pettenkofer, M. v. Besprechung über die Schwemmanlagen Münchens. — Münch. Allg. Zeit. 22. Juni. 1890.
134. — Die Verunreinigung der Isar durch das Schwemmsystem von München. — München (Rieger). 1901.
135. — Zur Schwemmkanalisation in München. — München (Lehmann). 1901.
136. — Zur Verunreinigung der Flüsse. — Arch. f. Hygiene XII, p. 269. 1901.
137. — Über die Selbstreinigung der Flüsse. — Verh. d. Ges. Deutsch. Naturf. u. Ärzte I, p. 933. 1902.
138. Pfeffer, W. Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. I. Leipzig (W. Engelmann). 1897.
139. Pfeiffer und Eisenlohr. Zur Frage der Selbstreinigung der Flüsse. — Arch. f. Hygiene XIV. 1892.
140. Plate, L. Beitrag zur Naturgeschichte der Rotatorien. — Jen. Ztschr. f. Naturwiss. XIX (N. F. XII). 1886.
141. Poppe, S. A. Notizen zur Fauna der Süßwasserbecken des nordwestlichen Deutschlands. — Abhandl. d. Naturw. Ver. Bremen. X, 3, p. 517. 1889.
142. Pritchard, A. A history of Infusoria. — London (Whittacker and Co.) 1861.
143. Rauschenplat, E. Über die Nahrung der Tiere aus der Kieler Bucht. — Wiss. Meeresunters. N. F. V. Kiel. p. 83. 1901.
144. Reinke, J. J. Der Typhus in Hamburg (Friedrichsen & Co.). 1890.
145. Richters, F. Anomalocera in der Elbe. — Verhandl. d. Ver. f. naturw. Unterh. Hamburg III, p. 33. 1876.
146. Rousselet, C. On Floscularia pelagica. — Journ. Roy. micr. Soc. p. 444. 1893.
147. — The genus Synchaeta. — Daselbst. p. 269. 1902.
148. Roux, J. Faune infusorienne des eaux stagnantes des environs de Genève. — Gen. (H. Kündig). 1901.
149. Rubner und Schmidtmann. Gutachten d. Kgl. wissensch. Deputat. f. Medizinalwes. üb. d. Einwirkung d. Kaliindustrie-Abwässer a. d. Flüsse. — Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Mediz. u. öffentl. Sanitätswesen. 3. Folge, XXI (Suppl.). 1901.
150. Ruttner, Fr. Üb. d. Verhalten des Oberflächen-Planktons zu verschied. Tageszeiten etc. — Plöner Berichte XII. 1905.

151. Salomon. Üb. bakteriolog., chem. u. physikal. Rheinwasser-Untersuchungen. — Vierteljahrsschr. für gerichtl. Mediz. u. öff. Sanitätswesen. 3. Folge, XXI, p. 25 (Supplem.). 1901.

152. Schaudinn, F. Heliozoa. — Das Tierreich. Berlin, Friedländer u. S. 1896.

153. Schenk, H. Über die Bedeutung der Rheinwasservegetation für die Selbstreinigung des Rheins. — Centralbl. f. allgem. Gesundheitspflege. 1893.

154. Schiemenz, P. Wasserbiologie und Fischerei. — Mitteil. d. Brandenb. Fischereiver., 2. Heft. 1901.

155. — Industrie und Fischerei. — Fischereizeit., Heft 8—10. 1902.

156. Schilling, A. J. Über die tierische Lebensweise der Peridineen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. IX, p. 199. 1891.

157. — Die Süßwasserperidineen. — Dissert. Marburg. 1891.

158. Schmeil, O. Deutschlands freilebende Süßwassercopepoden. — Bibl. zool. Stuttg. 1892—96.

159. Schmidt, A. Atlas der Diatomeenkunde. Heft 1—65. Leipz. (Reisland). 1874—1906.

160. Schmidt, J., und Weis, Fr. Die Bakterien. Aus dem Dänischen übers. v. E. Chr. Hansen. Jena (G. Fischer). 1901.

161. Schorer, Th. Lübecks Trinkwasser. — Lübeck (R. Seelig). 1877.

162. — Chemische Untersuchungen zur Feststellung des Einflusses der Sielleitungen der Stadt Lübeck auf die umgebenden Gewässer. — Lübeck (Grauthoff). 1883.

163. Schorler, B. Die Bedeutung der Vegetation auf die Selbstreinigung der Flüsse. — Isis. 7. Abh., p. 79. 1895.

164. — Die Phanerogamen-Vegetation in der verunreinigten Elster und Lupe — Ztschr. f. Fischerei u. deren Hilfswiss. 5. 1896.

165. — Gutachten über die Vegetation der Elbe bei Dresden und ihre Bedeutung für die Selbstreinigung derselben. — Zeitschr. f. Gewässerkunde 1898. Heft 1, p. 5. 1898.

166. — Das Plankton der Elbe bei Dresden. — Daselbst 1900, Heft 1, p. 1. 1900.

167. — Beiträge zur Biologie der verunreinigten Wasserläufe. — Daselbst, Heft 4. p. 219. 1900.

168. Schröder, B. Das pflanzliche Plankton der Oder. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XV, 9, p. 482. 1897.

169. — 2. Veröffentl. — Plöner Berichte VII, p. 15. 1898.

170. — Über die Ökologie d. Süßwasseralg. — Sitz. Ber. d. zool. bot. Sekt. v. 3. März. Breslau. 1898.

171. Schucht, F. Das Wasser und seine Sedimente im Flutgebiet der Elbe. — Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanst. u. Bergakad. XXV, 3, p. 431. 1904.

172. Schütt, Fr. Analytische Planktonstudien. — Kiel u. Leipz. (Lipsius&Tischer). 1892.

173. Seligo, A. Hydrobiologische Untersuchungen. — Schrift. d. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F. VII, 3, p. 43. 1890.

174. Skorikow, A. S. Die Erforschung des Potamoplanktons in Rußland. — Biol. Centrbl. XXII, p. 551. 1902.

175. — Über das Sommerplankton der Newa und aus einem Teil des Ladogasees. — Daselbst XXIV, p. 353. 1904

176. — Beobachtungen über das Plankton der Newa. — Daselbst XXV, p. 5. 1905.

177. Spitta, O. Untersuchungen über die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse. — Arch. f. Hygiene XXXVIII, p. 160 u. 215. 1900.

178. Stein, F. Der Organismus der Infusionstiere. — Leipz. (W. Engelmann). 1859—1883.

179. Steuer, A. Das Zooplankton der alten Donau bei Wien. — Biol. Centrbl. XX. 1900.
180. — Die Entomostrakenfauna der alten Donau bei Wien. — Zool. Jahrb. Abt. f. Syst. etc. XV 1. 1902.
181. Stingelin, Th. Die Cladoceren der Umgebung von Basel. — Rev. suisse de Zool. III, p. 161. 1895.
182. — Über die jahreszeitliche, individuelle und lokale Variation der Crustaceen, nebst einigen Bemerkungen über die Fortpflanzung der Daphniden und Lynceiden. Plöner Berichte V, p. 150. 1897.
183. — Bemerkungen über die Fauna des Naeenburger Sees. — Rev. suisse de Zool. IX, p. 315. 1901.
184. Strodtmann, S. Bemerkungen über die Lebensverhältnisse des Planktons. — Plöner Berichte III, p. 145. 1895.
185. — Planktonuntersuchungen in holsteinischen und mecklenburgischen Seen. — Daselbst IV, p. 273. 1896.
186. — Über die vermeintliche Schädlichkeit der Wasserblüte. — Daselbst VI, p. 206. 1898.
187. Strohmeyer, O. Die Algenflora des Hamburger Wasserwerkes. — Leipz. (A. Warnecke). 1897.
189. Thiemann, F., und Gärtner, A. Die chemische und mikroskopisch-bakteriologische Untersuchung des Wassers. — 4. Aufl., Braunschw. (F. Vieweg u. S.). 1895.
190. Timm, R. Copepoden. Hamburg. Elbuntersuch. VI. — Dieses Jahrb. XX, 2. Beiheft, p. 291. 1903.
191. — Cladoceren. Hamburg. Elbuntersuch. VII. — Dieses Jahrb. XXII, 2. Beiheft, p. 229. 1905.
192. Toni, J. B. de. Sylloge algarum. — Padua. 1889—1905.
193. Udekem, M. J. d'. Description des Infusoires de la Belgique. — Bruxelles. 1862.
194. Uffelmann, J. Die Selbstreinigung der Flüsse mit besonderer Berücksichtigung der Städtereinigung. — Berliner klin. Wochenschr. 1892.
195. Voigt, M. Beiträge zur Methodik der Planktonfischerei. — Plöner Berichte IX, p. 87. 1902.
196. Volk, R. Zur Planktonmethodik. — Zool. Anzeig. XXIV, p. 278. 1901.
197. — Die bei der Hamburgischen Elbuntersuchung angewandten Methoden der quantitativen Ermittelung des Planktons. — Dieses Jahrb. XVIII, 2. Beiheft, p. 137. 1901.
198. — Hamburgische Elbuntersuchung I. Allgemeines über die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg und über die Einwirkung der Sielwässer auf die Organismen des Stromes. — Daselbst XIX, 2. Beiheft, p. 65. 1903.
199. Walter, E. Das Plankton und die praktisch verwertbaren Methoden der quantitativen Untersuchung für den Fischfang. — Neudamm (J. Neumann). 1899.
200. Ward, H. B. A comparative study in methods of Plankton measurement. — Trans. Am. Micr. Soc. XXI, p. 227. 1900.
201. Warming. Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Eine Einführung in die Kenntnis der Pflanzenvereine. 2. Aufl. 1902.
202. Weber, E. Faune rotatorienne du Bassin du Léman. — Rev. suisse de Zool. p. 264 u. 355. 1898.
203. Weigelt, C. L'assainissement et le repeuplement des rivières. — Berlin (C. Heymann). 1904.

204. Weigelt, C. Beiträge zur chemischen Selbstreinigung der Gewässer. — Ber. d. 5. Internat. Kongr. f. angew. Chemie. 1904.
205. — Beiträge zur Lehre von den Abwässern. — D. chem. Indust. Nr. 14—19. 1904.
206. Weismann, A. Das Tierleben im Bodensee. — Lindau. 1877.
207. Wesenberg-Lund, C. Über dänische Rotiferen und über die Fortpflanzung der Rotiferen. — Zool. Anz. XXI, p. 200. 1898.
208. — Von dem Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem Bau der Planktonorganismen und dem spez. Gewicht des Süßwassers. — Biolog. Centralbl. XX, p. 606 u. 644. 1900.
209. — Studier von de Danske Søers Plankton. — Kjøbenhavn (Gyldendalske Boghandel). 1904.
210. West, W., and West, S. S. A monograph of the British Desmidiaceae. London. 1904—05.
211. Whipple, G. C. The microscopy of drinking water. — New York. 1899.
212. Wibel, F. Die Schwankungen im Chlorgehalt und Härtegrad des Elbwassers bei Hamburg. — Abhandl. d. Naturw. Ver. Hamburg, X. 1887.
213. Yung, E. Des variations quantitatives du plancton dans le lac Léman. — Arch. des Sci. Phys. et Nat. Genève, ser. 4 vol. VIII, p. 1, vol. XIV, p. 119. 1899 u. 1902.
214. Zacharias, O. Die mikroskopische Organismenwelt des Süßwassers und ihre Beziehung zur Ernährung der Fische. — Jahresber. d. Centr. Fisch.-Ver. f. Schlesw.-Holst. 1893.
215. — Quantitative Untersuchungen über das Limnoplankton. — Plön. Berichte IV, p. 1, 1896.
216. — Das Potamoplankton. — Zool. Anz. XXI, p. 41. 1898.
217. — in Verbindung mit Aptein, Clessin, Forel u. a. Die Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers. 2 Bände. Leipz. (J. J. Weber). 1891.
218. Zimmer, C. Das tierische Plankton der Oder. — Plöner Berichte VII, p. 1. 1899.
219. Zopf, W. Die Spaltpilze. — Encykl. d. Naturw. Breslau (J. Trewendt). 1883.
220. Zschokke, F. Die Tierwelt der Hochgebirgseen. — Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. XXXVII. 1900.
221. Zykoff, W. Die Protozoën des Potamoplanktons der Wolga bei Saratow. — Zool. Anz. XXV, p. 177. 1902.
222. — Bemerkungen über das Winterplankton der Wolga bei Saratow. — Daselbst XXVI, p. 544. 1903.
223. — Über das Plankton des Flusses Seim. — Daselbst XXVII, p. 214. 1904.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I. Die bei den Arbeiten auf dem Strom verwandten Staatsfahrzeuge.

Fig. 1. Der Dampfer „Norderelbe". An der Seite die Vorrichtung zu qualitativen Streckenfängen, bestehend aus dem 5 Meter langen Schöpfrohr und einem angehängten Planktonnetz (vgl. p. 55).

Fig. 2. Die an flachen Stellen benutzte Motorbarkasse „Strom- und Hafenbau XI".
Der Diener hält ein soeben aufgezogenes Hensen-Apsteinsches Planktonnetz.

Tafel II. Das Zählmikroskop (vgl. 197 p. 167).

Fig. 1. Das Mikroskop in Schiefstellung.

Fig. 2. Die Schiefstellvorrichtung (Klappbrett mit Bügeln und Stellschrauben).

Fig. 3. Das Mikroskop in aufrechter Stellung.

Karte des Untersuchungsgebietes.

1. Fangstation „Oberelbe" bei Gauert.
2. 3. 4. Fangstation „Unterelbe" bei Schulau.
a. Schöpfstelle bei der Pumpstation der Wasserwerke.
b. Kaltehofe mit den Filterwerken.
c. Wasserwerke in Rothenburgsort.
d. d. d. d. Hafengebiet.
e. f. Elbbrücken.
gst. Haupt-Sielmündungen.
i. Indiahafen.

Eingegangen am 25. Juni 1906

Gedruckt bei Lütcke & Wulff, E. H. Senats Buchdruckern.

angstellen.

27. September

Untere Elbe		
Nordseite	Mitte	Südse
10 000	g.	21
83 000	83 000	8
239 000	125 000	19
218 000	104 000	15
135 000	197 000	16
73 000	21 000	4
145 000	156 000	20
353 000	208 000	29
239 000	125 000	19
65 000	94 000	6
1 560 000	1 113 000	1 42
45 750	27 000	2
386 900	230 900	46
10 400	g.	1
443 050	257 900	50

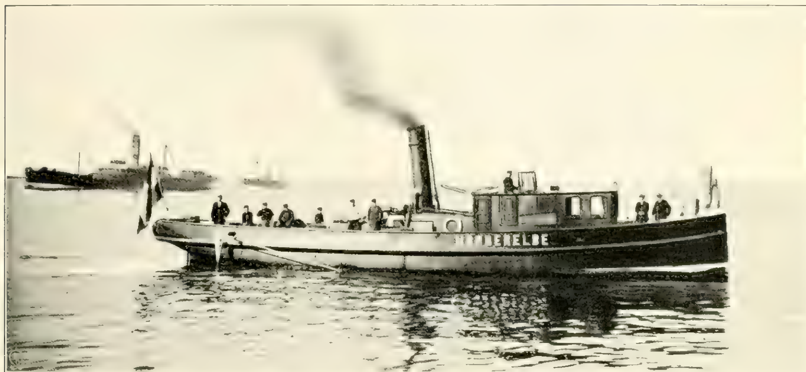
26. September

g.	24 000	g.
g.	21 000	g.
g.	g.	g.
g.	32 000	g.
6 000	36 000	g.
7 000	g.	g.
7 000	28 000	3
9 000	84 000	g.
—	24 000	—
g.	12 000	g.
29 000	264 000	5
4 812 800	998 400	12 92
25 600	8 000	76
112 000	12 800	28
4 950 400	1 019 200	13 97

Das Zooplankton an den verschiedenen Fangtagen und Fangstellen.

1904	9. September				13. September				20. September				27. September				30. September				11. Oktober			
	Obere Elbe	Untere Elbe			Obere Elbe	Untere Elbe			Obere Elbe	Untere Elbe			Obere Elbe	Untere Elbe			Obere Elbe	Untere Elbe			Obere Elbe	Untere Elbe		
		Nordseite	Mitte	Südseite		Nordseite	Mitte	Südseite		Nordseite	Mitte	Südseite		Nordseite	Mitte	Südseite		Nordseite	Mitte	Südseite		Nordseite	Mitte	Südseite
Rotatoria.																								
Synchaeta tremula, pectinata u. a. A.	66 000	—	41 000	g.	g.	g.	12 000	g.	g.	102 000	93 000	105 000	10 000	10 000	g.	21 000	21 000	—	g.	—	104 000	70 000	120 000	115 000
Polyarthra platyptera	73 000	384 000	21 000	784 000	135 000	115 000	297 000	77 000	34 000	128 000	62 000	103 000	78 000	83 000	83 000	84 000	20 000	—	105 000	—	[illegible]	25 000	[illegible]	57 000
Triarthra breviseta u. a. A.	506 000	77 000	62 000	g.	11 000	g.	7 000	g.	88 000	[illegible]	88 000	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	g.	—	8 000	—	6 000	5 000	12 000	15 000
Mastigocerca capucina u. a. A.	2 132 000	1 133 000	1 111 000	[illegible]	[illegible]	229 000	[illegible]	115 000	1 126 000	[illegible]	1 725 000	1 227 000	410 000	218 000	104 000	156 000	[illegible]	—	207 000	—	[illegible]	15 000	54 000	[illegible]
Brachionus angularis	626 000	1 229 000	873 000	873 000	364 000	104 000	372 000	51 000	346 000	832 000	1 113 000	1 175 000	36 000	135 000	197 000	166 000	g.	—	145 000	—	g.	g.	g.	g.
„ , die übrigen Arten der Tabelle	92 000	115 000	93 000	89 000	187 000	21 000	g.	12 000	86 000	64 000	83 000	73 000	5 000	73 000	21 000	42 000	g.	—	62 000	—	g.	6 000	g.	13 000
Anuraea cochlearis	139 000	249 000	62 000	134 000	281 000	20 000	37 000	51 000	139 000	179 000	219 000	197 000	78 000	145 000	156 000	208 000	62 000	—	166 000	—	60 000	153 000	150 000	121 000
Anuraea tecta	380 000	1 075 000	[illegible]	[illegible]	[illegible]	125 000	[illegible]	140 000	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	184 000	[illegible]	208 000	290 000	[illegible]		395 000		[illegible]	111 000	72 000	122 000
„ hypelasma	3 478 000	1 113 000	2 537 000	1 568 000	3 785 000	114 000	843 000	89 000	3 050 000	1 497 000	2 725 000	2 444 000	972 000	239 000	125 000	197 000	301 000	—	322 000	—	12 000	g.	g.	g.
Alle übrigen Rotatorien der Tabelle	43 000	106 000	34 000	158 000	53 000	21 000	39 000	3 000	88 000	77 000	54 000	409 000	44 000	65 000	94 000	64 000	74 000	—	107 000	—	48 000	28 000	36 000	53 000
Summe der Rotatorien	7 540 000	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	7 717 000	[illegible]	1 925 000	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		1 592 000		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Crustacea.																								
Copepoda: a) ausgebildete	800	30 700	34 300	26 900	—	22 900	23 050	23 050	—	10 250	8 300	12 500	—	45 750	27 000	24 950	—	—	20 800	—	—	23 050	14 400	25 600
b) Nauplien	g.	80 650	12 500	89 600	5 200	166 400	232 950	225 300	4 150	76 800	66 550	89 450	2 100	386 900	230 900	463 800	2 100	—	156 000	—	1 600	108 800	124 900	112 650
Cladocera	2 400	3 850	5 200	8 950	1 050	g.	g.	g.	10 400	5 100	2 100	4 150	8 300	10 400	g.	12 500	16 650	—	12 500	—	3 200	5 100	3 600	5 100
Summe der Crustaceen	3 200	115 200	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	10 400	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

1905	5. September				12. September				19. September				26. September				3. Oktober				10. Oktober			
Rotatoria.																								
Synchaeta tremula, pectinata u. a. A.	g.	g.	g.	g.	g.	g.	g.	g.	g.	g.	g.	g.	16 000	g.	24 000	g.	12 000	16 000	4 000	g.	4 000	g.	4 000	20 000
Polyarthra platyptera	[illegible]	51 000	[illegible]	[illegible]	14 000	44 000	16 000	56 000	32 000	28 000	44 000	16 000	16 000	g.	24 000	g.	8 000	12 000	28 000	12 000	20 000	12 000	16 000	[illegible]
Triarthra breviseta u. a. A.	96 000	18 000	48 000	36 000	8 000	20 000	3 000	32 000	—	g.	g.	g.	g.	g.	g.	g.	g.	g.	g.	g.	g.	g.	g.	g.
Mastigocerca capucina u. a. A.	2 672 000	150 000	[illegible]	[illegible]	[illegible]	696 000	[illegible]	1 040 000	128 000	148 000	120 000	48 000	24 000		32 000			16 000	24 000	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	g.
Brachionus angularis	[illegible]	[illegible]	184 000	188 000	32 000	252 000	150 000	136 000	32 000	20 000	24 000	24 000	4 000	6 000	36 000	g.	4 000	16 000	8 000	20 000	8 000	g.	12 000	8 000
„ , die übrigen Arten der Tabelle	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	104 000	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	g.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	g.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	g.	[illegible]	
Anuraea cochlearis	176 000	[illegible]	72 000	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1 000	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	g.	[illegible]	
Anuraea tecta	[illegible]	[illegible]	586 000	516 000	168 000	444 000	386 000	392 000	32 000	108 000	72 000	64 000	36 000	9 000	84 000	g.	20 000	44 000	20 000	20 000	16 000	16 000	4 000	20 000
„ hypelasma	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]									
Alle übrigen Rotatorien der Tabelle	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2 000	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]				[illegible]	g.	[illegible]	[illegible]
Summe der Rotatorien	6 448 000	1 032 000	2 208 000	1 988 000	1 660 000	2 708 000	2 335 000	3 288 000	416 000	420 000	452 000	216 000	120 000	29 000	264 000	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Crustacea.																								
Copepoda: a) ausgebildete	300	23 050	21 300	27 200	300	3 050	3 850	20 000	150	15 050	7 350	173 600	—	4 812 800	998 400	12 920 000	150	356 450	60 950	57 950	—	137 600	415 200	20 300
b) Nauplien	g.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1 150	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]			[illegible]		
Cladocera	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1 900	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		900	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Summe der Crustaceen	2 850	237 450	173 850	656 000	3 850	56 450	14 100	191 850	1 100	32 550	71 050	479 200	1 900	4 950 400	1 019 200	13 970 000	3 650	941 750	220 950	121 950	1 900	153 600	1 157 600	37 600



R. Volk phot. Figur 1

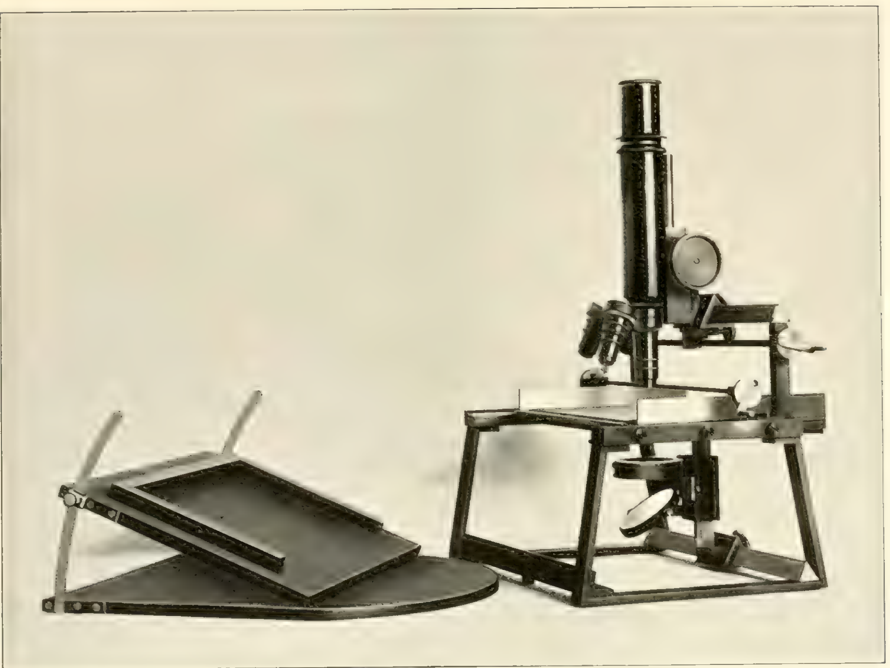


P. Martini phot. Figur 2.

Richard Volk: Hamburgische Elb-Untersuchung VIII.



Figur 1.

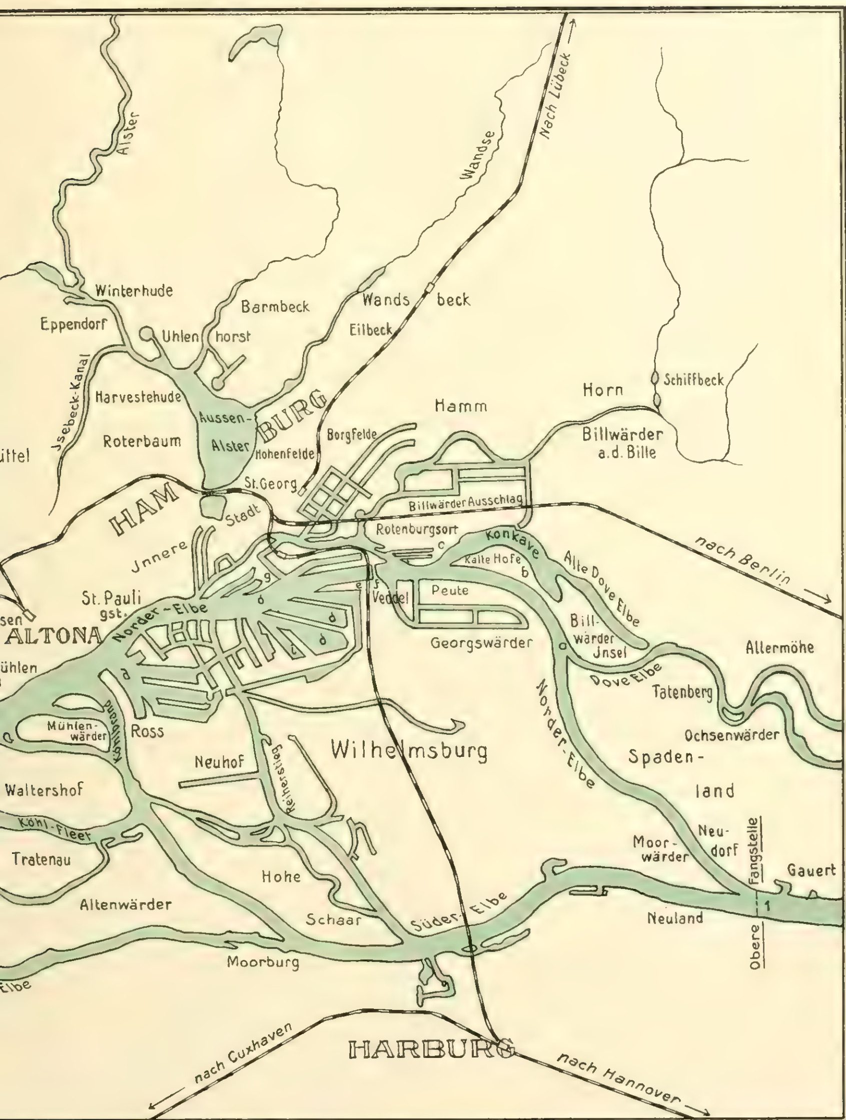


R. Volk phot. Figur 2. Figur 1.

Richard Volk: Hamburgische Elb-Untersuchung VIII.


KARTE
zur
Hamburgischen Elbuntersuchung.
1904/05.
N
nach Kiel
1 : 100 000
1000 500 0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10000 Meter
Flottbeck
Teufelsbrück
Nienstedten
Blankenese
Falkental
Wedel
Wittenbergen
Billerbeck
Schulau
Finkenwärder
Untere Fangstellen
Hahnöfer Sand
Cranz
Cranz
Neuenfelde
Borstel

R. Volk gez.



Alster
Nach Lübeck
Wandse
Winterhude
Eppendorf
Barmbeck
Wands
beck
Eilbeck
Uhlen
horst
Jsebeck-Kanal
Harvestehude
Aussen-
Alster
BURG
Roterbaum
Hohenfelde
Borgfelde
Hamm
Horn
Schiffbeck
Billwärder
a.d. Bille
St. Georg
HAM
Stadt
Billwärder Ausschlag
Rotenburgsort
Jnnere
Konkave
Kalte Hofe
Alte Dove Elbe
nach Berlin
St. Pauli
gst.
Norder-Elbe
Veddel
Peute
ALTONA
Georgswärder
Bill-
wärder
Jnsel
Allermöhe
Dove Elbe
Tatenberg
Mühlen-
wärder
Ross
Ochsenwärder
Neuhof
Reiherstieg
Wilhelmsburg
Norder-Elbe
Spaden-
land
Waltershof
Köhl-Fleet
Tratenau
Moor-
wärder
Neu-
dorf
Fangstelle
Gauert
Hohe
Altenwärder
Schaar
Süder-Elbe
Neuland
Obere
Moorburg
Elbe
nach Cuxhaven
HARBURG
nach Hannover



KARTE
zur
Hamburgischen Elbuntersuchung.
1904/05.
N
1 : 100 000
1000 500 0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10000 Meter
nach Kiel
nach Lübeck
nach Berlin
nach Cuxhaven
nach Hannover
Alster
Wandse
Winterhude
Eppendorf
Barmbeck
Wands beck
Eilbeck
Uhlen horst
Isebeck-Kanal
Harvestehude
Aussen-Alster
BURG
Roterbaum
Emsbüttel
Hohenfelde
Borgfelde
Hamm
Horn
Schiffbeck
Billwärder a.d. Bille
St. Georg
HAM
Stadt
Billwärder Ausschlag
Rotenburgsort
Konkave
Kalte Hofe
Alte Dove Elbe
Jnnere
St. Pauli gst.
Ottensen
ALTONA
Norder-Elbe
Veddel
Peute
Georgswarder
Bill wärder Jnsel
Dove Elbe
Allermöhe
Tatenberg
Ochsenwärder
Spaden-land
Norder Elbe
Neumühlen
Flottbeck
Teufelsbrück
Mühlen-wärder
Ross
Neuhof
Wilhelmsburg
Reiherstieg
Nienstedten
Waltershof
Blankenese
Tratenau
Falkental
Finkenwärder
Wedel
Wittenbergen
Billerbeck
Schulau
Altenwärder
Hohe
Schaar
Süder-Elbe
Moor-wärder
Neu-dorf
Fangstelle
Obere
Gauert
Neuland
Moorburg
Francop
Elbe
Untere Fangstellen
Hahnöfer Sand
Cranz
Cranz
Neuenfelde
Borstel
HARBURG

R. Volk gez.

Ein neuer Opilionide des Hamburger Museums.

Von Dr. *J. C. C. Loman* (Amsterdam).

Mit 3 Textfiguren.

Marthana Thor.

Diese in der Familie *Phalangiidae* zu der Subfamilie der *Gagrellinae* gehörende Gattung wird von THORELL wie folgt beschrieben[1]): „Scutum dorsale antice non in spinam sensim acuminatum (vel in duos ejusmodi spinas), sed in columnam sub-cylindratam (apice inaequalem, dentatam vel granulosam) elevatum. Praeterea hoc genus cum *Gagrella* (STOL.) nob. convenit." Bei der jetzt zu beschreibenden Art aber ist die Bezeichnung „columna sub-cylindrata" nicht zutreffend; wir bringen darum alle Arten, die dem Genus *Gagrella* im äußeren Habitus ähnlich sind, aber, statt ein oder zwei Dornen, vorn auf dem Abdomen eine viel dickere und höhere, mehr oder weniger konische Säule tragen, zu *Marthana*.

Wegen der absonderlich geformten Palpen für das Tier eine neue Gattung zu errichten, scheint mir darum nicht gut zu sein, weil wir nicht wissen, ob diese Erscheinung nicht vielmehr, wie in dieser Ordnung so oft, ein Geschlechtsmerkmal darstellt.

Marthana cornifer n. sp.

Körper sehr kurz, aber dicht behaart, an vielen Stellen, besonders am Rücken, mit mikroskopischen Knötchen versehen und mit einem hellgelblich-weißen, leicht abreibbaren Drüsensekret bedeckt.

Dorsum. Cephalothorax vorn verschmälert; Augenhügel breit und niedrig, am Hinterrande sitzend, von vorn gesehen zwischen den Augen ein dunkler Einschnitt; über jedem Auge eine Reihe winziger Kegelzähnchen, von diesen zwei oder drei etwas größer als die übrigen. Die Abdominalsegmente mit Ausnahme der vier hintersten zu einem ovalen, scharf abgesetzten Schilde verwachsen, das vor der Mitte zu einer kräftigen, hoch konischen, mit dünner Spitze endenden Säule ausgewachsen ist. Das Schild und besonders der dicke, nur sehr wenig nach vorn geneigte Auswuchs ist mit Chitinkörnchen dicht bedeckt, nur die feine Spitze nicht.

Venter. Die Ränder der Coxae wie gewöhnlich mit einer Linie kleiner, dunkel gefärbter, eckiger Schüppchen. Die Bauchsegmente tragen auf der Mitte eine Körnchenreihe.

[1]) THORELL, Opilioni nuovi o poco conosciuti, in: Ann. Mus. Civ. Stor. Nat. Genova, Ser. 2. Vol. 10, 1891, p. 719.

Mandibulae klein, schwach, wenig hervorragend, von gewöhnlicher Form.

Palpi viel länger als der Körper: Femur dünn und lang; Patella gekrümmt, am distalen Ende innen ein stärker behaarter keulenförmiger Auswuchs, neben der Tibia verlaufend, zweimal länger als die Patella selbst; auch die Tibia mit sehr kurzem distalen Auswuchs. Der schlanke Tarsus ist so lang wie die Tibia.

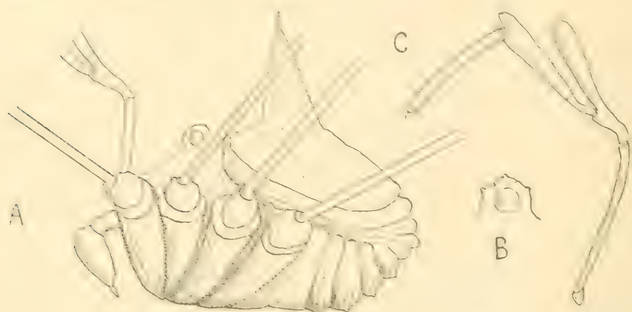


Fig. A. Das Tier von links: Füße und Palpen abgeschnitten.

Fig. B. Augenhügel von rechts.

Fig. C. Linker Palpus von links.

Pedes. Die Metatarsen aller Füße zeigen distal 7—9 deutliche articula spuria, und es ist daher schwer, ohne stärkere Vergrößerung den Übergang zum Tarsus wahrzunehmen. Am zweiten Fuß besteht außerdem das Femur aus zwei nahezu gleich großen Stücken; auch die Tibia besitzt articula spuria. Am Tarsus dieses Fußes zählt man an 100 Glieder.

Länge der Füße: 52, 105, 45, 68 mm.

Color. Die Grundfarbe ist hellbraun, Cephalothorax und Coxae mit gelblich-weißem Hautdrüsensekret stellenweise dicht bedeckt und dadurch weißfleckig. Hinterleib und Rückensäule hell bräunlich-gelb. Auch das Abdomen mit weißen Stellen; Augenhügel und mikroskopische Coxalknötchenreihen dunkelbraun; Füße von der Grundfarbe, die proximalen Glieder etwas heller, bis gelblich-weiß.

Nach der Farbe zu urteilen, hat das Tier sich vor kurzem gehäutet. Ganz alte Tiere werden vermutlich viel dunkler gefärbt sein.

Long. corp. 6, palp. 8¾ mm.

Wahrscheinlich malayische Halbinsel — Dr. G. DUNCKER legit, 1901. — 1 Expl.

Eingegangen am 3. Juni 1906.

Hydrachniden aus Java,

gesammelt von Prof. K. Kraepelin 1904.

Von *F. Koenike*-Bremen.

Mit 2 Tafeln.

Herrn Prof. KRAEPELIN gebührt das Verdienst, dafür gesorgt zu haben, daß durch diese Schrift der Anfang zu einer Hydrachnidenkunde Javas gemacht werden kann. Die von genanntem Forscher daselbst erbeutete Hydrachniden-Kollektion umfaßt zehn Arten, von denen eine (*Hydrachna*-Puppe an einer Wasserkäferlarve) nicht bestimmt werden konnte. Keine der javanischen Formen ließ sich auf eine bereits bekannte beziehen. Ein in beiden Geschlechtern vorliegender *Arrhenurus* wurde Herrn Prof. KRAEPELIN gewidmet.

Auffallend ist die Erscheinung, daß die kleine Sammlung drei *Neumania*- und zwei *Atax*-Formen enthält.

Das Material ward in Alkohol konserviert, wodurch die Untersuchung nicht unwesentlich erschwert wurde. Ob durch Aufquellen in Kalilauge stets die natürliche Körpergestalt erzielt wurde, ist fraglich. Ebenso lassen sich keine zuverlässigen Angaben über die Färbung machen. Bei dieser Gelegenheit möchte ich darauf hinweisen, daß ich die besten Konservierungsresultate bei Wassermilben mit essigsaurem Glyzerin in nachstehender Mischung erzielte:

5 Vol.-Tle. Glyzerin,
2 „ Essigsäure,
3 „ dest. Wasser.

Das Material schrumpft zunächst sehr stark in diesem Konservierungsliquor, doch nach wenigen Tagen quillt es wieder zur ursprünglichen Gestalt auf, dabei die Gliedmaßen wie in lebendem Zustande ausstreckend. Ist dies geschehen, so kann man das Tubenmaterial in Alkohol oder Glyzerin versenken, indem man den Kork der Tube durch einen Wattebausch ersetzt. Da ich meine mikroskopischen Dauerpräparate mit Hilfe von Glyzeringallerte anfertige, so erhalte ich bei der Glyzerinaufbewahrung ohne weitere zeitraubende Vorbereitung brauchbare Präparationsobjekte.

Atax necessarius n. sp.

(Taf. I, Fig. 1—2.)

Diese mir in einem ♀ vorliegende Form ist der nächstfolgenden sehr nahe verwandt, was die Benennung zum Ausdruck bringen soll.

Größe: Die Körperlänge beträgt 0,560 mm, die größte Breite (in der Gegend der Einlenkung des dritten Beinpaares) 0,376 mm.

Farbe: Die Körperfarbe scheint derjenigen des *A. crassipes* gleichzukommen.

Gestalt: Der Körperumriß zeigt bei Bauch- und Rückenansicht die verkehrte Eiform; die größte Breitenachse befindet sich in der Gegend der Einlenkung des dritten Beinpaares (Fig. 1). Das Stirnende ist ziemlich schmal abgerundet, da in der Augengegend eine schwache Abflachung erfolgt (Fig. 2).

Haut: Die Körperhaut weist eine auf der Bauchseite deutlich erkennbare sehr feine, quer verlaufende Liniierung auf. Die beiden CLAPARÈDEschen „Steißdrüsen" sind stark entwickelt und weiter voneinander gerückt als bei der nachstehend beschriebenen *Atax*-Spezies; der diesbezügliche Abstand mißt 0,176 mm. Die antenniformen Borsten sind ziemlich lang und kräftig und 0,112 mm voneinander entfernt.

Augen: Die Sehorgane liegen so nahe am vorderen Seitenrande des Körpers, daß die große Augenlinse denselben unmittelbar berührt (Fig. 2). In der Größe stehen sie hinter denen der nächstfolgenden Art merklich zurück, da sie nur eine größte Ausdehnung von 0,065 mm besitzen. Zudem ist die Lage der beiden Augenlinsen eines Doppelauges zueinander abweichend, indem die kleinen Linsen wesentlich weiter voneinander liegen als die großen (Fig. 2). Auch haben dieselben unterschiedlich eine verkehrt-eiförmige Gestalt; die beiden Achsen der großen Linsen messen 0,055 und 0,045 mm, die der kleinen 0,055 und 0,030 mm.

Mundteile: Das Maxillarorgan hat die bekannte kelchartige Gestalt und vorn eine größere Breite als dasjenige der Vergleichsart; es mißt nämlich 0,336 mm.

Palpen: Der Maxillartaster ist im zweiten Gliede um $^1/_4$ schwächer als das gleiche Segment des Vorderbeines (Tasterglied 0,048 mm, Beinglied 0,064 mm). Der Taster mißt in der Länge 0,320 mm. Der Zapfenbesatz bietet im Vergleiche mit demjenigen der nachfolgenden Spezies keinen bemerkenswerten Unterschied, wie auch im ganzen wenig Abweichung vorliegt. Einige Borsten mögen noch Erwähnung finden, die ich zum Teil bei der Palpe der Vergleichsart nicht erkannt habe. Das dritte Glied trägt eine mäßig lange, abstehende Borste auf der Außenseite und eine solche, etwas kürzere auf der Innenseite; jene steht nahe am proximalen, diese auf dem distalen Gliedrande. Auffallenderweise trägt auch der vierte Tasterabschnitt auf der Außenseite nahe dem proximalen Ende ein gliedlanges, schwimmhaarartiges Haar. Auf der Innenseite besitzt das zweite Glied nahe der Streckseite zwei hintereinander gestellte Dolchborsten.

Hüftplatten: Das Epimeralgebiet mißt in der Länge 0,400 mm. Es erstreckt sich merklich weiter nach vorn als das der Vergleichsart, von dem es sich in mehrfacher Hinsicht aufs deutlichste unterscheidet. Die erste Platte des *A. necessarius* zeigt abweichend außen keine Verbreiterung. Ebenso mangelt dem ganzen Plattengebiete hinten die Verschmälerung. Die kurze Naht zwischen der dritten und vierten Epimere zeigt unterschiedlich nach der ebenso nach vorn ausgezogenen inneren Vorderecke der dritten Platte. Den Hauptunterschied bietet indes die abgeschrägte hintere Innenecke der letzten Platte; die dadurch entstehenden Ecken tragen je einen winzigen subcutanen Fortsatz, von denen der vordere höckerartig, der hintere hakig nach auswärts umgebogen ist und ein verdicktes freies Ende besitzt. Zwischen den beiden Fortsätzen befindet sich ein Drüsenhof nebst einer langen schwimmhaarartigen Borste (Fig. 1). Ein dünner gemeinsamer Fortsatz, welcher mit seinem fußartigen freien Ende unter der dritten Epimere liegt, fehlt den zwei ersten Platten nicht.

Beine: Die Gliedmaßen sind sehr lang. Ein Unterschied gegenüber der Vergleichsart ergibt sich aus dem Längenverhältnisse der beiden Endglieder des Hinterbeines; das Endglied weist nämlich bei einer Länge von 0,352 mm keine erhebliche Verkürzung auf. Das Vorderbein ist in den Grundgliedern bedeutend verdickt, während es von der Mitte des vierten Gliedes an in der Beziehung normal ist. Das zweite Segment des dritten Beinpaares ist schwächer als der gleiche Abschnitt der übrigen Gliedmaßen. Merklich verstärkt ist das Krallenende des sonst dünnen Endgliedes des Vorderbeines, was bei den übrigen Gliedmaßen nicht der Fall ist. Der Borstenzapfen des zweiten Vorderbeingliedes hat eine Länge von 0,050 mm. Dieses Bein entspricht nicht nur durch seinen Bau, sondern auch durch seine Borstenausrüstung dem Ataxcharakter.

Geschlechtsorgan: Der gleichfalls zehnnäpfige Genitalhof weicht insonderheit dadurch von der Vergleichsform ab, daß derselbe nennenswert weiter vorgerückt ist und zwei deutlich erkennbare vordere Napfplatten besitzt, die eine elliptische Gestalt und einen nach hinten gerichteten Fortsatz aufweisen, der drei scharfe, am Grunde kräftige Stechborsten hat (Fig. 1). Die Geschlechtsnäpfe liegen dicht zusammen, sind auf der Berührungsstrecke geradlinig, sonst rundlich, mit einem größten Durchmesser von 0,030 mm. Die sechs hinteren Näpfe liegen in zwei Reihen, die sich am abgestutzten Hinterende des Körpers schräg nach oben und innen erstrecken. Die Geschlechtsspalte befindet sich gleichfalls am abgestutzten Hinterende des Körpers; ihre beiden Enden sind auf der Bauchseite in einer Ausdehnung von 0,040 mm und auf dem Rücken in einer solchen von 0,048 mm zu erkennen (Fig. 1).

After: Die 0,020 mm lange Analöffnung befindet sich auf dem Rücken, 0,060 mm vom Hinterrande des Körpers entfernt. Das Analdrüsenpaar ist 0,025 mm weiter vorgerückt, und die beiden Drüsen haben einen gegenseitigen Abstand von 0,165 mm. Jede spaltförmige Drüsenmündung, die schräg nach vorn und außen verläuft, ist von einem kräftigen Chitinringe umgeben und dieser wieder von einem schwächer chitinisierten Hofe, innerhalb welchem der Drüsenring nicht zentral liegt, sondern exzentrisch an den Hinterrand gerückt ist. Das ganze Gebilde hat annähernd Kreisform mit einem Durchmesser von 0,025 mm. Außer den beiden bezeichneten Drüsen ist keine andere auf der ganzen Rückenfläche mit einem gleich großen, deutlichen Hofe umgeben. Hinter jedem Drüsenhofe befindet sich ein mäßig langes, feines Haar. In wagerechter Richtung seitlich vom After unweit des Körperrandes bemerkt man noch eine unscheinbare Drüse, die deshalb Erwähnung verdient, weil auf der Außenseite derselben eine lange schwimmhaarartige Borste steht.

Fundstätte: Buitenzorg, Teich im Botanischen Garten.

Atax pudendus n. sp.

(Taf. I, Fig. 3—5.)

Es liegt mir nur ein weibliches, etwas beschädigtes Exemplar zur Beschreibung vor. Die nächstverwandten Arten sind außer dem *A. necessarius* n. sp. die asiatischen Formen *A. singalensis* v. DADAY und *A. Schmackeri* KOEN. und die afrikanische Spezies *A. lynceus* KOEN.

Größe: Die Rumpflänge beträgt 0,600 mm und die größte Breite (in der Mitte des Körpers) 0,432 mm.

Farbe: Die Körperfarbe scheint derjenigen des *A. crassipes* (O. F. MÜLL.) zu entsprechen.

Gestalt: Der Körperumriß ist bei Bauchansicht lang elliptisch, das Hinterende jedoch zwischen den beiden CLAPARÈDEschen „Steißdrüsen" fast geradlinig; die letzteren sind nur 0,138 mm voneinander entfernt (Fig. 3). Das Stirnende weist eine breite Abrundung auf (Fig. 4).

Augen: Die beiden Augenpaare sind etwas vom vorderen Seitenrande des Körpers abgerückt (Fig. 4). Wie *A. lynceus* ist auch diese Art durch den Besitz ungewöhnlich großer Sehorgane ausgezeichnet; die größte Dimension eines Doppelauges mißt 0,085 mm (Fig. 4). Die beiden kugeligen Augenlinsen eines Doppelauges, von denen die große einen Durchmesser von 0,035 mm, die kleine einen solchen von 0,020 mm hat, liegen auf der Außenseite, und ihre Richtungsachse läuft parallel zur dorsalen Medianlinie des Körpers. Die beiden schwarzen Pigmentkörper sind vollständig miteinander verschmolzen.

Mundteile: Das Maxillarorgan hat die bekannte kelchartige Gestalt und ist ohne den hinteren Fortsatz nur von geringer Größe;

es hat vorn eine Breite von 0,288 mm. Der genannte Fortsatz ist von ansehnlicher Länge; seine hinteren Ecken sind ein wenig nach auswärts umgebogen (Fig. 3).

Palpen: Der Maxillartaster ist, von der Beugeseite aus gesehen, im zweiten Gliede annähernd so stark wie das gleiche Glied des verstärkten Vorderbeines (die Tasterstärke beträgt 0,064 mm, die Beinstärke 0,072 mm). Es ist das ein beachtenswerter Unterschied gegenüber *A. singalensis,* bei welcher Art die Palpe „bedeutend dünner" ist als das Vorderbein. Der Taster übertrifft in etwas die halbe Körperlänge; diese mißt 0,320 mm. Das vorletzte Tastersegment ist nur unmerklich länger als das zweite; sein Zapfenbesatz gleicht fast völlig demjenigen des *A. crassipes,* nur sind die langen Zapfen erheblich kürzer (Fig. 5); es liegt darin ein zuverlässiges Unterscheidungsmerkmal gegenüber den eingangs genannten verwandten Spezies. Das freie Palpenende besitzt einen kräftigen Klauenbesatz (Fig. 5). Die Borstenausstattung der Palpe ist äußerst spärlich, doch ist es nicht unwahrscheinlich, daß manche Borsten verloren gegangen sind. Außer den beiden Härchen auf den hinteren Palpenzapfen des vierten Gliedes und einem kurzen, krummen Härchen auf der Streckseite des Endgliedes nahe der entsprechenden Klaue wurde nur eine mäßig lange Borste am distalen Ende des dritten Gliedes bemerkt (Fig. 5).

Hüftplatten: Das Epimeralgebiet bedeckt $^{3}/_{4}$ der Bauchfläche und hat eine Länge von 0,416 mm bei einer Breite von 0,400 mm in den Insertionsstellen des dritten Beinpaares. Bemerkenswert ist die Verschmälerung des Plattengebietes in der Gegend der Einlenkungsstelle des letzten Beinpaares. Die beiden letzten Platten sind größtenteils völlig miteinander verschmolzen, nur auf kurzer Strecke ist auf der Außenseite noch eine Naht erkennbar, die abweichend eine andere Richtung hat als bei *A. necessarius,* indem sie annähernd rechtwinklig gegen die ventrale Medianlinie gerichtet ist. Die ungewöhnlich große dritte Platte besitzt eine kräftig nach vorn ausgezogene vordere Innenecke. Dadurch sowohl als auch infolge der ungewöhnlichen Breite der dritten Platte hat die hintere, aus der dritten und vierten Platte bestehende Epimerengruppe einen ungemein langen Innenrand; derselbe mißt 0,225 mm. In diesem Merkmale unterscheidet sich diese Form aufs beste von *A. Schmackeri,* bei der das bezügliche Maß bei dem gänzlichen Mangel einer ausgezogenen Vorderecke der dritten Platte nur 0,125 mm beträgt. Die beiden hinteren Epimerengruppen treten vorn nahe aneinander, während sie sich nach hinten hin allmählich weiter voneinander entfernen (Fig. 3). Die beiden vorderen, an dem Außenende merklich verbreiterten Epimerengruppen entsenden wie bei *A. crassipes* einen subcutanen Fortsatz nach hinten, der mit seinem

fast fußartig gestalteten freien Ende etwas unter die dritte Epimeralplatte greift. Auch die letzte Platte besitzt nahe der abgerundeten hinteren Innenecke einen kleinen hakig nach auswärts umgebogenen Fortsatz. In Übereinstimmung mit *A. crassipes* besitzen die Platten in ihrer ganzen Ausdehnung eine mehr oder minder hexagonale, netzartige Gitterung.

Beine: Die Beine sind im Verhältnis ebenso lang wie die des *A. crassipes;* sie messen vom ersten bis vierten: 1,168 mm, 1,456 mm, 1,072 mm und 1,424 mm. Das auffallend dünne Endglied des Hinterbeines erscheint im Vergleiche mit dem voraufgehenden verkürzt (fünftes Glied 0,368 mm, sechstes Glied 0,288 mm). Das Vorderbein ist in den Grundgliedern erheblich verstärkt, während von der Mitte des vierten Gliedes an eine auffallende Verjüngung gegen das freie Ende hin stattfindet; das den vorhergehenden Beinabschnitt um etwas an Länge übertreffende Endglied hat in der Mitte die geringe Dicke von 0,011 mm, die bis zum Krallenende wieder bis zu einer Stärke von 0,017 mm anschwillt. Indes ist die Dicke bei weitem geringer als bei *A. singalensis,* bei welcher Art zudem das Endglied des in Rede stehenden Beines im Vergleiche mit dem voraufgehenden abweichend merklich verkürzt ist. Das in Frage kommende Endglied der neuen Art weist eine leichte Krümmung auf. Die Beine sind im ganzen merklich schwächer als bei *A. crassipes;* das zweite und vierte messen im zweiten Gliede 0,040 mm, das dritte im gleichen Segmente nur 0,032 mm. In der Haarbekleidung der Gliedmaßen gleicht die Art fast vollkommen unserer vergleichsweise herangezogenen einheimischen Art. Das Vorderbein trägt auf einem 0,040 mm langen Zapfen eine lange Schwertborste; die übrigen Schwertborsten des in Frage kommenden Beines sind paarig angeordnet, am dritten Gliede 1 Paar, am vierten 2 Paar und am fünften 3 Paar; sie stehen entweder flach auf der Haut oder auf niedrigen Haarhöckern und besitzen die bekannten Schraubenwindungen, die am deutlichsten bei den Borsten des fünften Gliedes hervortreten. Die Haarbekleidung der Beine ist im ganzen derjenigen des *A. crassipes* ähnlich. Die Kralle des Vorderfußes ist klein, aber kräftig, stark hakig gekrümmt und auf der Außenseite mit einer kräftigen Nebenzinke ausgestattet. Die Krallen der übrigen Gliedmaßen weisen bei geringer Größe einen schwächlichen Bau auf.

Geschlechtsorgan: In der Genitalpartie ist das der Beschreibung zugrunde liegende Weibchen etwas beschädigt; zudem wird durch die versteckte Lagerung des Organs, die Anlaß zur Benennung der Art gab, die Betrachtung desselben sehr erschwert. Es war infolgedessen unmöglich, ein klares Bild darüber zu gewinnen; doch steht so viel fest, daß die Art zu den zehnnäpfigen Formen gehört. Bei Bauchansicht des Objekts erkennt man nur ein kurzes Vorderende der Geschlechts-

spalte und hart am Hinterrande des Körpers jederseits zwei Näpfe, welche nebeneinander in die weiche Körperhaut gebettet sind, der äußere Napf etwas weiter nach hinten, doch weniger als bei *A. singalensis*, von welcher Form sich die neue Art auch durch den Mangel von Napfplatten unterscheidet. Am abgestutzten Hinterende des Körpers liegen (nur bei Stirnstellung des Objekts zu erkennen) jederseits noch drei Näpfe, die so in einer Reihe nebeneinander angeordnet sind, daß der innerste Napf weiter vorrückt als der äußerste, also gerade entgegengesetzt wie es v. DADAY bei *A. singalensis* darstellt. Unmittelbar hinter dem vorderen Napfpaare und vor den drei hinteren Näpfen befindet sich eine schmale Chitinleiste; die letztere erstreckt sich bogenartig bis an die Genitalöffnung, woselbst sie am Hinterrande des Körpers als kurzer Zapfen vorsteht, der mit drei steifen Stechborsten ausgestattet ist. Das Ei hat die Gestalt eines Ellipsoids mit einer Längenachse von 0,128 mm und einer Breitenachse von 0,104 mm.

Fundstätte: Buitenzorg, Teich im Botanischen Garten.

Gen. Neumania Lebert.

Die meisten Hydrachnidologen folgen LEBERT, indem sie neben der Gattung *Atax* noch ein Genus *Neumania* aufführen, während wenige Hydrachnidenkenner, unter ihnen auch ich, die in Frage kommenden Formen zu *Atax* gehörend betrachteten. Ich glaubte das in Hinsicht der Übereinstimmung charakteristischer Merkmale (eigenartig gestaltetes Vorderbein, im Grundgliede miteinander verwachsene Mandibeln usw.) tun zu müssen. Demgegenüber muß ich zugeben, daß beachtenswerte Unterschiede vorliegen, beispielsweise bezüglich der Maxillartaster und des Geschlechtsorgans. Deshalb schließe ich mich der Mehrzahl der Wassermilbenforscher an, indem ich das Genus *Neumania* LEB. anerkenne.

Neumania megalommata n. sp.

(Taf. I, Fig. 6—9.)

Diese Art liegt in einem namentlich in den Beinen beschädigten männlichen und in einem gut erhaltenen weiblichen Exemplare vor.

Männchen.

Größe: Die Körperlänge mißt 0,560 mm, die Breite 0,448 mm.

Farbe: Die Körperfarbe ist am Rande rundherum wasserhell und die Hautdrüsen — besonders die stark entwickelten Hinterranddrüsen — scheinen lebhaft gelb durch. Die Bauch- und Rückenfläche ist inmitten infolge der durchscheinenden Organe licht graubraun. Epimeren und Geschlechtshof sind um ein geringes dunkler als die Bauchfläche.

Gestalt: Bei Bauch- oder Rückenansicht ist der Körperumriß lang oval bei geringfügig verschmälertem Stirnende; die Seiten sind

nur in geringer Weise bauchig und erscheinen im Umrisse fast geradlinig (Fig. 6). Seitlich am Hinterrande des Körpers steht je ein Paar Hautdrüsenhöcker; der innere Höcker ist der größere und trägt auf der Außenseite eine feine Borste. Die antenniforme Borste ist mittellang und steht außen neben einem kleinen Stirnhöcker. Zwischen der zweiten und dritten Epimere tritt noch ein kleiner Randhöcker auf.

Augen: Das Sehorgan fällt durch seine ungewöhnliche Größe auf (Fig. 7), worauf die Benennung der Art zurückzuführen ist. Die größte Dimension eines Doppelauges mißt 0,104 mm. Die eng aneinander liegenden Pigmentkörper eines Augenpaares sind tief schwarz. Die vordere große Augenlinse hat Kugelgestalt mit einem Durchmesser von 0,064 mm, während die hintere kleine Linse einem Ellipsoid gleichkommt, dessen Längenachse 0,056 mm und dessen Breitenachse 0,040 mm beträgt.

Mundteile: Die Mandibelklaue zeigt eine auffallend starke Krümmung, und die Klauenspitze ist deutlich hakig nach einwärts umgebogen.

Palpen: Der Maxillartaster hat nur eine geringe Länge (0,216 mm) und weist im ganzen nur einen schwächlichen Bau auf; das zweite Glied ist wie in der Regel am kräftigsten und steht in der Länge nicht hinter dem vorletzten Tasterabschnitte zurück. Der letztere ist am distalen Ende innen auf der Beugeseite mit einem kurzen, kräftigen Chitinhöcker ausgestattet (Fig. 8). Die durch ihre Richtung die Neumania-Palpe kennzeichnenden mäßig langen Borsten am distalen Ende des dritten Gliedes dürften auch dem männlichen Taster nicht fehlen; gesehen habe ich dieselben nicht, sondern sie nach Analogie des bezüglichen weiblichen Organs eingefügt. Das vierte Glied besitzt in der Mitte der Beugeseite ein feines, ziemlich kurzes Haar, ein noch kürzeres hinter dem Chitinhöcker und dem letzteren gegenüber auf der Streckseite eine dem ersteren an Länge gleichkommende Borste. Dann mögen noch zwei kräftige Borsten am distalen Ende auf der Streckseite des zweiten Gliedes Erwähnung finden, von denen die eine fast die Länge des dritten Gliedes erreicht, während die andere sehr kurz und schwach gefiedert ist.

Hüftplatten: Das Epimeralgebiet beginnt genau am Stirnrande und bedeckt mehr als die vordere Bauchhälfte. Seine Länge beträgt 0,368 mm und seine Breite 0,416 mm. Die Platten sind in vier Gruppen gelagert, doch berühren die beiden hinteren Gruppen einander auf der Innenseite in einem Flächenfortsatze, welcher der dritten und vierten Platte auf der ganzen Strecke saumartig anhängt (Fig. 6). Die zwei ersten Epimeren besitzen einen sich 0,104 mm weit nach hinten erstreckenden Fortsatz, der an seinem freien Ende hakig nach auswärts umgebogen ist. Die letzte Platte schließt hinten geradlinig ab und ist anderthalb mal so breit wie die vorhergehende.

Beine: Die Beine sind mäßig lang, das zweite länger als das dritte; jenes mißt 0,752 mm, dieses 0,624 mm. Das zweite Glied nimmt vom Vorder- bis zum Hinterbein an Dicke ab; das des ersteren ist 0,055 mm stark, das des letzteren 0,040 mm. Sämtliche Gliedmaßen verdünnen sich nach dem Krallenende ganz wesentlich, am auffallendsten das Vorderbein. Ob das Hinterbein in seinem Endgliede einen normalen Bau aufweist, vermag ich nicht anzugeben, da mir dasselbe nicht zu Gesicht gekommen ist. Das Vorderbein ist mit den für die Gattung charakteristischen, mit Schraubenwindungen versehenen Schwertborsten ausgestattet, die in paariger Anordnung auf der Beugeseite des Beines stehen. Vereinzelt finden sich solche Borsten auch an der zweiten Extremität. Im übrigen besteht der Besatz an allen Gliedmaßen aus kurzen Dornborsten bis ziemlich langen Schwertborsten in gewöhnlicher Gestalt; die ersteren treten besonders zahlreich an der Beugeseite des vierten und fünften Gliedes am Hinterbeine auf und sind meist mehr oder minder deutlich gefiedert. Die Endbewaffnung der Füße besteht in einer einfachen sichelförmigen Doppelkralle, die vom ersten bis zum dritten Fuße allmählich an Größe zunimmt.

Geschlechtsorgan: Das äußere Genitalorgan befindet sich in der Mitte zwischen Epimeren und Hinterrand des Körpers. Die Gestalt desselben läßt auf den männlichen Charakter des dieser Beschreibung zugrunde liegenden Individuums schließen. Zur Bestätigung dieser Annahme läßt dasselbe ein zangenförmiges Gebilde aus der Geschlechtsspalte hervorragen, das dem Penisgerüste angehört (Fig. 6). Die die 0,075 mm lange Geschlechtsöffnung umgebenden Lefzen bilden zusammen ein sphärisches Zweieck. Die sich an die Genitallefzen anschließenden Napfplatten hängen vorn zusammen, während sie hinten nicht aneinander treten (Fig. 6). Jede Platte weist sieben verschieden große Näpfe auf. Dazwischen sind einige Härchen eingestreut. Der Geschlechtshof mißt in der Länge 0,096 mm und in der Breite 0,200 mm.

Weibchen.

Größe: Die Körperlänge mißt 0,560 mm, die Breite 0,461 mm und die größte Höhe (in der Gegend des letzten Epimerenpaares) 0,400 mm.

Gestalt: Im Körperumrisse gleicht das ♀ dem ♂. Die bei letzterem hervorgehobenen Drüsenhöcker sind bei ersterem gleichfalls vorhanden, aber im ganzen etwas kräftiger entwickelt (Fig. 9), was namentlich bei dem Höcker der antenniformen Borste auffällt.

Augen: Die Sehorgane sind merklich länger als die männlichen; ihre größte Dimension beträgt nur 0,080 mm.

Palpen: Der Maxillartaster ist um ein geringes kleiner als der männliche; er mißt 0,264 mm. In der Dicke steht sein zweites Glied

nennenswert hinter dem gleichen Segmente des Vorderbeines zurück. Im ganzen stimmt der weibliche Taster mit dem männlichen überein, namentlich in betreff des Höckers am distalen Ende des vierten Gliedes.

Hüftplatten: Die Epimeren weichen nach Gestalt und Ausdehnung nicht ab, doch ist der nach hinten sich erstreckende Fortsatz der beiden vorderen Plattengruppen wesentlich länger, da er fast den Hinterrand der letzten Epimere erreicht. Die beiden hinteren Plattengruppen besitzen am Innenrande gleichfalls einen schmalen Saum (Fig. 9).

Beine: Die Gliedmaßen dürften im Vergleiche mit den männlichen kaum einen Unterschied von Belang aufweisen, nur sind die weiblichen etwas kräftiger; das zweite Glied des Vorderbeines mißt in der Dicke 0,048 mm. Das Endglied des Hinterbeines weist eine geringe Krümmung auf, die indes nicht kräftiger als die der andern Beinendigungen ist. Außer der beim ♂ angegebenen Borstenausstattung möge noch der Schwimmborsten gedacht werden, welche in Gruppen von zwei bis drei an den distalen Enden des dritten bis fünften Gliedes stehen.

Geschlechtsorgan: Das 0,192 mm lange epimerenfreie Abdomen wird zu einem guten Teile von dem namentlich in seinen Lefzen umfangreichen Genitalorgan eingenommen. Es mißt in der Länge 0,160 mm und in der Breite 0,272 mm. Die von der Bauchdecke sich hell abhebenden Genitallefzen bilden zusammen eine Eiform in der Breite von 0,192 mm. Auf der Außenseite schließen sich daran die im Vergleiche mit den großen Lefzen klein erscheinenden Napfplatten, welche nur schwach chitinisiert sind und je etwa zehn kleine Näpfe tragen (Fig. 9).

After: Die Analöffnung befindet sich in einem schwachen Höcker median am Hinterrande des Körpers (Fig. 9).

Fundstätte: Buitenzorg, Teich im Botanischen Garten.

Neumania pilosa n. sp.

(Taf. I, Fig. 10—13.)

Männchen.

Größe: Die Körperlänge beträgt 0,480 mm, die größte Breite 0,448 mm und die Höhe vorn (in der Orbitalgegend) 0,336 mm und in der Mitte 0,368 mm.

Farbe: Die Körperfärbung gleicht derjenigen der *N. megalommata*, doch scheinen die Drüsen fast wasserhell durch.

Gestalt: Die Grundform des Körperumrisses bei Rücken- oder Bauchansicht ist eine kurze Ellipse, die sich dem Kreise nähert. Dadurch, daß die hinteren Seitenränder und der Hinterrand des Körpers ausgerandet sind, erhält der Umriß ein eigenartiges Gepräge (Fig. 10). Während bei Bauchansicht sich der Vorderkörper am massigsten dar-

stellt, so tut's bei Seitenansicht der Hinterkörper, der nicht unmerklich höher ist als jener.

Haut: Die Körperhaut ist glatt und bietet keine besonderen Kennzeichen. Die Hautdrüsenhöfe sind in der Mehrzahl recht klein, doch erheben sich einige etwas höckerartig über die Haut, einer beispielsweise in der Orbitalgegend unweit des seitlichen Körperrandes; sie hat eine ziemlich kräftige Borste als Begleiterin. Ein anderes Paar solcher Drüsenhöcker steht dorsalwärts an der hinteren abgerundeten Körperecke; jede der beiden Drüsen entsendet eine von den drei an bezeichneter Stelle auftretenden Randborsten, und zwar die beiden äußeren; die innerste findet ihre Stellung auf der Bauchseite.

Augen: Das Doppelauge hat gleichfalls eine ansehnliche Größe, doch steht es darin wesentlich hinter dem Sehorgan der *N. megalommata* zurück. Die größte diesbezügliche Ausdehnung beträgt 0,064 mm. Die Pigmentkörper sind tief schwarz. Beide Linsen eines Augenpaares sind eiförmig; die vordere ist mit dem dicken Ende nach vorn, die hintere mit demselben nach hinten gekehrt. Die Längen- und Breitenachse der ersteren messen 0,045 mm und 0,035 mm, die der letzteren 0,030 mm und 0,020 mm. Die gegenseitige Entfernung der beiden Augenpaare mißt 0,128 mm.

Mundteile: Das Maxillarorgan ist nur von geringer Länge, doch infolge der stark nach oben gerichteten Fortsätze der oberen Maxillarwandung von bedeutender Höhe (0,090 mm) und ebenso mit auffallend hohem Mundende (0,040 mm). Die genannten Fortsätze sind, von oben aus gesehen, sehr kurz und haben ein kräftiges abgerundetes Ende.

Die miteinander verwachsenen Grundglieder der Mandibeln besitzen ein gemeinsames, kolbig verdicktes proximales Ende.

Palpen: Der Maxillartaster ist im zweiten Segmente, von der Beugeseite aus gesehen, um ein geringes schwächer als das zweite Vorderbeinglied (zweites Palpenglied 0,048 mm, zweites Vorderbeinglied 0,056 mm); dorsoventral ist er merklich kräftiger, doch dürfte die Abbildung (Fig. 11) denselben als etwas zu kräftig darstellen, da die letztere nämlich nach einer in Kalilauge aufgeweichten und durch das Deckglas offenbar plattgedrückten Palpe gezeichnet wurde. Ihre Länge ist sehr gering (0,205 mm). Das ziemlich gedrungene vierte Tasterglied besitzt am distalen Ende der Beugeseite, und zwar nach der inneren Seite gerückt, auf geringer Erhebung einen winzigen Chitinstift und in der Mitte auf gleicher Seite zwei feine, hintereinander gestellte Borsten. Das Endglied ist an der Spitze mit drei Klauen bewaffnet, und am Grunde der Beugeseite trägt es auf höckerartigem Vorsprunge eine kurze Borste. Dem dritten Tastersegmente sind zwei lange steife Borsten eigen, von denen die eine am distalen Ende auf der Streckseite nach einwärts

absteht, während sich die andere auf der Außenseite befindet und nach auswärts absteht. Eine fast gleich lange Borste weist das zweite Glied an der Innenseite auf (Fig. 11).

Hüftplatten: Das Epimeralgebiet nimmt den weitaus größten Teil der Bauchfläche ein; es tritt in Wirklichkeit noch näher an den Hinterrand des Körpers hinan als es die Abbildung (Fig. 10) veranschaulicht, da dieselbe nach dem nach vorn geneigten Körper angefertigt wurde, um das Geschlechtsorgan in der Figur mehr zur Geltung zu bringen als seine versteckte Lagerung es sonst zuläßt. Die Hüftplatten haben eine Gesamtlänge von 0,360 mm und eine Breite in dem letzten Plattenpaare, von Einlenkung zu Einlenkung des Hinterbeinpaares gemessen, von 0,400 mm. Die Epimerengruppen sind nahe aneinandergerückt. Die beiden vorderen Plattenpaare entsenden nach rückwärts je einen gemeinsamen 0,160 mm langen, spitz endigenden Fortsatz, der am freien Ende nicht hakig umgebogen ist (Fig. 10). Die letzte Epimere ist fast von doppelter Breite der dritten und besitzt in der Mitte des Hinterrandes eine schwach vortretende Ecke. Der Insertionszapfen für das Hinterbein tritt weit minder seitlich vor als das bei der nachstehend gekennzeichneten Art der Fall ist.

Beine: Die Beine sind sämtlich länger als der Körper; das Vorderbein ist nicht nennenswert kürzer als das zweite, das wesentlich länger ausfällt als das dritte. Die Längenmaße in der Reihenfolge vom ersten bis zum vierten Beine betragen: 0,752 mm, 0,800 mm, 0,640 mm und 0,960 mm. Die zwei vorderen Beinpaare sind im zweiten Gliede gleich stark (0,048 mm), während das entsprechende Segment der beiden hinteren Paare etwas schwächer ist. Alle Gliedmaßen verjüngen sich nach dem Krallenende hin ganz bedeutend. Das letztere ist bei den zwei hinteren Beinpaaren ein wenig mehr verbreitert als das der vorderen. Das Endglied des Hinterbeines weist eine Krümmung auf, die indes weit geringer ist als bei *N. falcipes* n. sp. Das Vorderbein besitzt nach Gestalt und Borstenbesatz den Gattungscharakter. Die mit Schraubenwindungen ausgestattete Borste am distalen Ende des zweiten Gliedes des letztgenannten Beines steht auf einem hohen Höcker. Schwimmhaare bemerkt man an den drei hinteren Beinpaaren, vom zweiten bis zum vierten in steigenden Mengen. Besonders erwähnenswert ist beim vorletzten Beine eine kräftige, ziemlich kurze Borste am distalen Ende des fünften Gliedes, die auf der dem Beine zugewandten Seite vier lange und kräftige Fiedern besitzt, die weit auseinandergerückt sind und abstehen, während die Gegenseite nur zwei Fiedern aufweist, die nahe der Borstenspitze stehen und anliegen. Die Endbewaffnung der Gliedmaßen besteht in der Sichelkralle ohne Nebenzinke.

Geschlechtsorgan: Der Genitalhof liegt dicht hinter dem letzten

Plattenpaare der Epimeren, nur einen verschwindend schmalen Zwischenraum zwischen beiden lassend. Er hat nicht nur der Quere nach eine bedeutende Ausdehnung (0,256 mm), indem sich die Napfplatten bis unweit der Einlenkungsstellen des Hinterbeinpaares erstrecken, sondern auch seine Längenausdehnung ist erheblich (0,128 mm), welche sich indes nur bei Seitenansicht des Tieres feststellen läßt, da der Geschlechtshof sich am Hinterende des Körpers hinauf erstreckt. Die scheinbare Länge — bei Bauchansicht gemessen — beträgt nur 0,080 mm. Die beiden Genitalletzen bilden zusammen ein sphärisches Zweieck; scheinbar aber weisen dieselben bei Bauchansicht eine Gestalt auf, wie Fig. 10 es zur Darstellung bringt, nur vorn die Spitze zeigend, hinten dagegen breit abgerundet. Die Platten weisen zahlreiche kleine Näpfe auf. Ein charakteristisches Kennzeichen ist je eine lange Reihe dichtstehender Borsten am Hinterrande der Napfplatten (Fig. 10), welches Merkmal der Artbenennung zugrunde liegt.

Weibchen.

In mehr als einer Beziehung ist es fraglich, ob das nachstehend gekennzeichnete ♀ dem vorstehend beschriebenen ♂ angehört.

Größe: Die Körperlänge mißt 0,650—0,850 mm, die größte Breite (zwischen den zwei hinteren Beinpaaren) 0,584 mm [1]).

Gestalt: Der Körperumriß bildet bei Bauchansicht eine kurze Ellipse, die sich dem Kreise nähert (Fig. 12). Bei Seitenansicht erweist sich die Bauchlinie in der Gegend des Epimeralgebiets als geradlinig, während sie von dort an im Gebiete des Genitalorgans, welches sich wie das hintere Hüftplattenende vorwölbt, aufsteigt; der Hinterrand ist auch geradlinig. Das Stirnende zeigt bei bezeichneter Lage einen halbkreisförmigen Umriß. In der Augengegend hat der Körper nur eine Höhe von 0,432 mm.

Haut: Auf dem epimerenfreien Abdomen heben sich die Drüsenhöfe durch ihre Größe deutlich ab, was namentlich bei dem auf der Außenseite der Napfplatten des Genitalhofes der Fall ist. Auf der Rückenfläche machen sich die Drüsenhöfe minder bemerkbar; doch ist hier noch ein kleines Drüsenhöckerpaar erwähnenswert, von dem je ein Höcker nahe dem hinteren Seitenrande sich befindet. Dieser Höcker ist kräftiger als ein Hinterrandshöcker (Fig. 12). Ebensolche Höcker bemerkt man neben den antenniformen Haaren, die einen 0,192 mm großen, gegenseitigen Abstand aufweisen. Ein eigenartiges Merkmal besitzt die Körperhaut in etwa 0,010 im Durchmesser betragenden, mehr oder minder rundlichen Feldchen, die keine regelmäßige Anordnung

[1]) Die Beschreibung erfolgte in erster Linie nach einem 0,672 mm großen Exemplare.

aufweisen, sondern hier nahe beisammen, dort weiter auseinander liegen. Das einzelne Feld zeigt einen zelligen Bau (Fig. 13).

Augen: Die Sehorgane liegen nahe dem vorderen Seitenrande und sind nur von geringer Größe; ihre größte Ausdehnung mißt 0,048 mm. Die gegenseitige Entfernung der beiden Augenpaare beträgt 0,224 mm. Die Augenpigmentflecke sind schwarz und recht klein, insbesondere der des Nebenauges, der sich zwischen den beiden kugeligen Linsen befindet.

Palpen: Von der Beugeseite aus betrachtet, erscheint das zweite Tasterglied auf der Außenseite abgeflacht, fast ein wenig konkav, auf der Innenseite hingegen stark konvex; es ist schwächer als der zweite Abschnitt des Vorderbeines; letzteres mißt 0,064 mm, ersteres 0,048 mm. Das Längenverhältnis der einzelnen Glieder der 0,250 langen Palpen ist ein gleiches wie bei dem entsprechenden männlichen Organ, doch dürfen im übrigen einige Abweichungen nicht verschwiegen werden. Das im ganzen im Bau übereinstimmende Endglied entbehrt einen deutlichen Höcker am proximalen Ende auf der Beugeseite, indes fehlt die Borste nicht. Abweichend besitzt das vierte Glied am distalen Ende auf der Streckseite eine kräftige Borste, die fast von doppelter Länge des Endgliedes ist. Bei völliger Übereinstimmung des Chitinstiftes und der beiden mittelständigen, auf winzigen Höckern stehenden Borsten auf der Beugeseite des vorletzten Tastersegmentes habe ich die aus vier Stück bestehende Borstenreihe auf der Streckseite nicht auffinden können, doch auf das Vorhandensein einer mäßig langen Borste auf der Innenseite des zweiten Gliedes sei noch besonders aufmerksam gemacht.

Hüftplatten: Die Epimeren besitzen nach Gestalt und Lagerung den für die Gattung Neumania bekannten typischen Charakter. Sie bedecken etwa $^3/_5$ der Bauchseite bei einer Länge von 0,416 mm und einer Breite (in der Einlenkungsgegend der Hinterbeine) von 0,528 mm. Der Zwischenraum zwischen der zweiten und dritten Platte ist groß, beinahe von der Breite der dritten Epimere.

Beine: Sämtliche Beine sind länger als der Körper, das erste und dritte Paar messen 0,800 mm, das zweite und vierte 0,960 mm. Das zweite Bein besitzt das stärkste Grundglied, während das zweite Glied des Vorderbeines am dicksten ist (0,064 mm); das entsprechende Glied der übrigen Gliedmaßen nimmt nach hinten hin derart an Dicke ab, daß dasjenige des Hinterbeines nur wenig mehr als halb so stark ist wie das des Vorderbeines. Das Krallenende weist bei keinem Fuße eine Verstärkung auf. Die beiden vorderen Beinpaare sind mit den paarig auftretenden, schraubig gewundenen Schwertborsten ausgerüstet. Am auffallendsten nimmt sich bei dieser Borstenausstattung das vorletzte dünne Segment des Vorderbeines aus; dieselbe besteht aus drei Paaren solcher Schwertborsten, von denen das nahe dem proximalen Ende be-

findliche Paar in der Länge wenig hinter seinem Gliede zurücksteht. Das Hinterbein besitzt außer zahlreichen, schwach gefiederten Dolchborsten auf der Beugeseite und halblangen Schwertborsten auf der Streckseite noch zwei bis drei Schwimmhaare am distalen Ende auf der Beugeseite des dritten bis fünften Gliedes und auffallenderweise auch zwei Schwimmhaare an gleichem Ende auf der Streckseite des vierten Gliedes und eine solche an entsprechender Stelle des dritten Gliedes. Die Fußkralle ist klein und sichelförmig, doch schwach gekrümmt.

Geschlechtsorgan: Das äußere Genitalorgan mißt in der Länge 0,160 mm und in der Breite 0,288 mm. Der bogenartige Stützkörper am Vorderende der Genitalspalte entsendet nach vorn einen helleren, flächenartigen Fortsatz von nahezu rechteckiger Gestalt. Die Genitallefzen sind in ihrer äußeren Abgrenzung nicht deutlich wahrnehmbar. Die die übliche Lagerung zeigenden Napfplatten sind nur schwach chitinisiert und verbreitern sich hinten erheblich und tragen etwa zwei Dutzend kleine Näpfe. Abweichend von den männlichen Platten weisen sie am Hinterrande nur wenige Haare auf (Fig. 12). Ein ♀ trug zahlreiche Eier bei sich, die eine ansehnliche Größe und kugelrunde Gestalt besitzen mit einem Durchmesser von 0,175 mm. Auffallenderweise haben dieselben eine sich deutlich abhebende Umhüllung von bedeutender Dicke, stellenweise bis zu 0,020 mm; es handelt sich darin offenbar um die Kittmasse.

After: Die mit doppeltem Hofe umgebene Analöffnung befindet sich in der Mitte zwischen Genitalhof und Hinterrand des Körpers (Fig. 12).

Fundstätte: Buitenzorg, Teich im Botanischen Garten.

Neumania falcipes n. sp.

(Taf. II, Fig. 14—15.)

Männchen.

Größe: Die Körperlänge mißt 0,560 mm, die größte Breite 0,520 mm und die größte Höhe (in der Mitte des Rumpfes) 0,256 mm.

Farbe: Die Körperfärbung scheint ähnlich wie bei *Atax crassipes* (O. F. MÜLL.) zu sein.

Gestalt: Der Körper ist nur wenig länger als breit. Die größte Breite liegt in der Mitte des Rumpfes, so daß der letztere bei Bauch- oder Rückenansicht einen fast kreisförmigen Umriß aufweist (Fig. 14). Dem Rücken ist eine starke Wölbung eigen, welche in der Mitte des Körpers ihren Höhepunkt erreicht. Die Bauchlinie erscheint bei Seitenansicht des Tieres nur wenig gekrümmt.

Haut: Die Körperhaut bietet wenig Bemerkenswertes. Am Hinterrande des Körpers steht nach dem Rücken zu ein Drüsenhöckerpaar, das bei entsprechender Lage des Objekts wie bei *Atax crassipes* über

den Rand hinausragt (Fig. 14). Je ein solcher Drüsenhöcker steht auch auf beiden Seiten des äußeren Genitalorgans. Die antenniforme Borste ist kurz und fein.

Augen: Die Augenweite beträgt 0,176 mm. Die vordere Augenlinse ist groß, der Pigmentkörper kaum größer als die letztere. Das Sehorgan ist bei Bauchansicht des Tieres ebenso deutlich sichtbar wie bei Rückenansicht.

Mundteile: Das Maxillarorgan ist kelchförmig und nur von geringer Größe (Fig. 14).

Palpen: Der Maxillartaster erweist sich als klein und dünn, im zweiten und dritten Gliede kaum mehr als halb so stark wie das Vorderbein in seinen Grundgliedern. Seine Länge mißt nur 0,195 mm. Von der Seite betrachtet, fällt insbesondere das zweite Segment durch seine geringe Dicke auf (Fig. 15). Der dritte Tasterabschnitt hat auf der Außenseite nahe am distalen Ende eine lange steife Borste, welche wie bei den verwandten Formen fast rechtwinklig absteht. Am distalen Ende steht auf kräftigem Höcker innen ein kurzer stumpfer Chitinstift, außen ein mäßig langes Haar. Die Beugeseite des vorletzten Gliedes trägt in der vorderen Hälfte zwei feine kurze Borsten, von denen die hintere auf einem sehr winzigen Höcker steht.

Hüftplatten: Das aus vier Gruppen bestehende Hüftplattengebiet läßt einen schmalen Rand am Stirnende frei und erstreckt sich sehr weit nach hinten, nur noch Raum lassend für den mäßig großen Geschlechtshof und den Anus. Die Breitenausdehnung ist nur gering, so daß ein verhältnismäßig breiter, unbedeckter Seitenrand verbleibt. Die zweite Platte erscheint trotz ansehnlicher Breite im Vergleiche mit der ersten recht klein. Die in die Suture zwischen den zwei ersten Platten eingeschobene Drüsenplatte tritt deutlich hervor. Die vorderen Plattenpaare entsenden jederseits einen überaus langen Fortsatz, der mit dem nach auswärts umgebogenen freien Ende noch über die Suture zwischen den beiden letzten Epimeren hinausragt. Die dritte Platte steht in der Größe nur wenig hinter der vierten zurück. Der Insertionsfortsatz der letzteren tritt stark vor. An ihrem Hinterrande bemerkt man eine schwach vorspringende Ecke (Fig. 14).

Beine: Die drei ersten Gliedmaßenpaare entsprechen dem Typus der Gattung. Die mittleren Glieder der beiden ersten Paare besitzen die üblichen, mäßig langen steifen Borsten auf winzigen Höckern, meist zu zweien angeordnet, wovon die eine am Rande, die andere daneben auf der Unterseite des Beingliedes steht. Im übrigen sind an den genannten Gliedmaßen in der Hauptsache nur sehr kurze Borsten vorhanden, die vorzugsweise an der Streckseite stehen und nach dem Krallenende hin an Zahl zunehmen. Das dritte Bein hat außer mehr oder minder

kurzen und steifen Borsten am vierten und fünften Gliede Schwimmhaare. Eine Reihe von etwa sieben kurzen Dolchborsten auf der Beugeseite des fünften Gliedes möge noch besonders erwähnt werden; dieselben nehmen nach dem proximalen Gliedende hin allmählich an Länge zu. Das Hinterbein ist abweichend durch seine Endigung; sein vorletztes Segment weist auf der Beugeseite des proximalen Endes eine ungewöhnliche Einschnürung auf, die um so tiefer erscheint, als unmittelbar daneben eine merkliche Verdickung erfolgt, die nach dem distalen Ende zu allmählich abnimmt. Das Endglied ist wie bei *Neumania multipora* DADAY sichelförmig gekrümmt. Das Sichelglied bildet zweifelsohne mit dem vorhergehenden Beinabschnitte ein Greiforgan, welches bei der Begattung zur Verwendung kommt. Das Sichelmerkmal gab Anlaß zur Benennung der Art. Das Sichelglied sowohl als auch die zwei vorhergehenden sind auf der Beugeseite mit einer ähnlichen Borstenreihe ausgestattet wie das fünfte Glied des vorhergehenden Beines. Im übrigen gibt die Zeichnung genügenden Aufschluß über die weitere Borstenausstattung der Beine (Fig. 14). Jeder Fuß besitzt zwei winzig kleine Sichelkrallen.

Geschlechtshof: Der Genitalhof schließt sich unmittelbar an das Hüftplattengebiet an. Seine größte Ausdehnung besitzt er in der Breite (0,208 mm). Die beiden Napfplatten sind wie allgemein bei den Männchen der in Frage kommenden Gattung miteinander verschmolzen. Die Geschlechtsöffnung ist ungewöhnlich kurz (0,064 mm), da sie nur der halben Länge des Geschlechtshofes gleichkommt. Jederseits zählt man etwa zwölf bis vierzehn Näpfe von ungleicher Größe. Am Hinterrande des Genitalfeldes bemerkt man sechs Borsten (Fig. 14).

After: Die Analöffnung befindet sich auf der Bauchseite unmittelbar am Hinterrande des Körpers (Fig. 14).

Weibchen.

Das Weibchen steht *N. paucipora* KOEN. ♀ am nächsten.

Größe: Die Körperlänge beträgt bis 1 mm, die größte Breite (in der Mitte des Rumpfes) 0,9 mm, die Höhe 0,8 mm.

Gestalt: Der Körperumriß ist bei Bauchansicht demjenigen des Männchens ähnlich, doch ist das Weibchen etwas länger gestreckt. Der Rücken weist gleichfalls eine starke Wölbung auf.

Haut: Wie das Männchen, so hat auch das Weibchen auf dem Rücken nahe am Hinterrande des Körpers zwei niedrige Drüsenhöcker und ebenso je einen seitlich vom äußeren Geschlechtsorgan.

Palpen: Der Maxillartaster mißt in der Länge 0,225 mm, ist also um ein geringes länger als der männliche, stimmt aber im übrigen mit letzterem völlig überein.

Hüftplatten: Das Plattengebiet tritt wie beim Männchen etwas vom Stirnrande zurück und mißt in der Länge 0,480 mm und in der Breite (Insertionsgegend des letzten Beinpaares) 0,600 mm. Das abdominale Bauchende bleibt in einer Länge von 0,240 mm epimerenfrei. Die Platten sind in vier Gruppen gelagert, die in ähnlicher Weise zueinander liegen wie bei *N. paucipora* KOENIKE (Nr. 3, Taf. I, Fig. 1), doch ist die Entfernung der einzelnen Gruppen voneinander geringer, wenn auch nennenswert größer als beim Männchen. Die Entfernung zwischen der zweiten und dritten Platte beträgt 0,064 mm. Am hinteren Ende der Maxillarbucht treten die beiden Hälften des Plattengebiets bis auf 0,016 mm aneinander; dieser Abstand wird nach rückwärts allmählich und gleichmäßig größer bis zu einer Weite von 0,080 mm an der hinteren Innenecke des letzten Plattenpaares. Die nach hinten gerichteten Fortsätze der vorderen Plattenpaare sind ebenso lang wie bei der Vergleichsart (Nr. 3, Fig. 1). Abweichend von dieser, aber übereinstimmend mit dem Männchen ist die dritte Platte nur wenig schmaler als die letzte, deren Hinterrand eine ähnliche Biegung aufweist wie bei *N. vernalis* (O. F. MÜLLER) ♀.

Beine: Die beiden Endglieder des Hinterbeins zeigen einen normalen Bau. Im übrigen ist aber Übereinstimmung in den Gliedmaßen der beiden Geschlechter vorhanden.

Geschlechtshof: Das äußere Geschlechtsorgan hat eine Länge von 0,192 mm. Es liegt näher beim letzten Hüftplattenpaare, als es bei *N. paucipora* der Fall ist, und weicht in der Gestalt insofern ab, als die gleichfalls kleinen Napfplatten weiter nach hinten gerückt sind. Jede Platte besitzt zwölf bis vierzehn Näpfe. Die Geschlechtsspalte mißt in der Länge 0,144 mm.

After: Die Analöffnung liegt an der Spitze eines kleinen Höckers am Hinterrande des Körpers.

Fundstätte: Tjibodas, Teich; Buitenzorg, Teich im Botanischen Garten.

Hygrobates falcipalpis n. sp.

(Taf. II, Fig. 16—17.)

Die nachstehende Beschreibung erfolgt an der Hand von drei Männchen.

Größe: Die Körperlänge mißt 0,600 mm, die größte Breite 0,500 mm und die Höhe 0,397 mm.[1])

Farbe: Vor der Kalilaugenmazeration waren beide Körperseiten inmitten gelbbraun, die Randzone gelb und die Beine und Palpen

[1]) Alle in der Beschreibung verzeichneten Maße beziehen sich auf das kleinere 0,600 mm große ♂; das größere mißt 0,640 mm in der Länge.

grünlich-grau; bei einer schwachen Kalimazeration nahm der Rumpf ein schönes safrangelbes und die Gliedmaßen ein gelbgraues Aussehen an.

Gestalt: Bei Rücken- oder Bauchansicht hat der Körper einen verkehrt-eiförmigen Umriß; die größte Breite befindet sich in der Gegend des Hinterrandes des ersten Hüftplattenpaares (Fig. 16). In der Seitenlage des ♂ erkennt man auf dem Rücken in der Augengegend eine schwache Einsattelung, wodurch die Rückenlinie nicht stärker gekrümmt erscheint als der Bauchumriß. Die höchsten Stellen der Bauch- und Rückenwölbung liegen einander gegenüber in der Gegend des Hinterendes der hinteren Epimeren.

Haut: Die Oberhaut ist glatt und die Hautdrüsenmündungen nur wenig hervortretend. Die antenniforme Borste hat eine geringe Länge (0,024 mm) und bedeutende Dicke.

Augen: Die ziemlich großen Doppelaugen sind 0,144 mm voneinander entfernt. Die große, vorn befindliche kugelige Linse tritt stark aus dem Doppelauge heraus und hat einen Durchmesser von 0,048 mm. Der schwarze Pigmentkörper ist kaum größer und nahezu von viereckiger Gestalt. Die größte Ausdehnung des Auges erfolgt in der Längsrichtung des Körpers und mißt 0,064 mm.

Mundteile: Das Maxillarorgan ist dem Gattungstypus entsprechend mit dem ersten Epimerenpaare verwachsen (Fig. 16). Die Mundöffnung liegt an der Spitze eines breit kegelförmigen Rüssels, welcher abwärts gerichtet ist und eine Länge von 0,027 mm hat..

Palpen: Der Maxillartaster ist 0,400 mm lang. Im zweiten und dritten Gliede besitzt er insbesondere dorsoventral eine bedeutendere Dicke als das Vorderbein in seinen Grundgliedern; während der vierte Tasterabschnitt an seinem proximalen Ende nur wenig schwächer ist als der voraufgehende, so nimmt derselbe gegen das distale Ende hin bei schwacher Krümmung merklich ab. Auffallend dünn erscheint das Endglied bei seiner ungewöhnlichen Länge, denn es kommt darin fast dem vorhergehenden Palpensegmente gleich. Seine Gestalt ist sensenförmig, welches Merkmal zur Benennung diente. Das zweite Tasterglied weist am distalen Ende der Beugeseite einen 0,025 mm langen fingerförmigen Fortsatz auf, der fast rechtwinklig absteht und an keiner Stelle Zähnelung erkennen läßt; ebenso vermißt man auch ein solches Merkmal an der Beugeseite des nächstfolgenden Gliedes. Die Palpenbehaarung ist äußerst spärlich; außer zwei feinen gekrümmten Haaren im vorderen Teile der Beugeseite des vorletzten Gliedes bemerkt man nur wenige sehr kurze Borsten auf der Streckseite des zweiten Segmentes (Fig. 17).

Hüftplatten: Das Epimeralgebiet umfaßt eine Fläche von 0,304 mm Länge und 0,416 mm Breite. Es tritt scharf bis an den Stirnrand heran und erstreckt sich reichlich über die vordere Bauchhälfte. Sämtliche

acht Platten stehen rund herum im Zusammenhange, nur median findet eine Trennung zwischen den drei letzten Plattenpaaren statt; der gegenseitige Abstand mißt bei dem letzten Plattenpaare 0,080 mm. Das 0,308 mm lange erste Plattenpaar ist hinten zusammengewachsen und hier ungewöhnlich schmal. Das meist seitlich am Hinterende der Epimeren auftretende und daher weit auseinandergerückte subcutane kurze Fortsatzpaar ist bei vorliegender Art nahe beieinander. Die dritte Platte ist am kürzesten (0,128 mm). Die letzte Epimere ist die weitaus größte und dadurch eigenartig gestaltet, daß die hintere Innenecke sich merklich nach rückwärts vorschiebt und ihre Hinterseite deutlich ausgerandet ist (Fig. 16).

Beine: Die Beine sind sämtlich länger als der Körper; das Vorderbein mißt 0,800 mm und die nächstfolgenden nehmen allmählich zu bis zu einer Länge von reichlich 1 mm, welche das Hinterbein erreicht. Ihre Dicke ist mäßig; sie nimmt nach dem Krallenende hin in geringem Grade ab. Am stärksten ist das Basalsegment des Hinterbeines, das am distalen Ende eine Dicke von 0,055 mm erreicht. Die Borstenausstattung der Gliedmaßen ist gering; das meist behaarte Bein ist das letzte. Die Behaarung besteht der Hauptsache nach aus Dolch- und Degenborsten. Schwimmhaare fehlen. Die Fußkralle ist mit einer sichelförmig gebogenen Hauptzinke ausgestattet; eine Nebenzinke fehlt, hingegen ist eine blattartige Erweiterung am Grunde vorhanden.

Geschlechtshof: Das äußere Genitalorgan liegt in der Mitte zwischen Epimeralgebiet und Hinterrand des Körpers. Die geringe Größe der Genitallefzen sowie die charakteristische Lagerung der kräftig chitinisierten Napfplatten läßt auf das männliche Geschlecht der hier gekennzeichneten Milbe schließen. Die Länge des Geschlechtshofes mißt in den Napfplatten 0,095 mm und die Breite 0,160 mm. Durch die vorn und hinten nahe zusammentretenden Napfplatten wird eine kurz herzförmige Gestalt hervorgerufen. Jede Platte trägt drei länglich runde Näpfe, die der bogigen Gestalt der Platten entsprechend im Bogen hintereinander so gelagert sind, daß der erste einen geringen Abstand vom zweiten aufweist, während dieser nahe an den dritten gerückt ist. Die Behaarung der Platten besteht in vereinzelten feinen Härchen (Fig. 16).

After: Eine schlitzartige Analöffnung liegt unweit des Hinterrandes des Körpers inmitten der 0,144 mm voneinander entfernten Analdrüsen.

Fundstätte: Buitenzorg, Teich im Botanischen Garten.

Limnesia gentilis n. sp.

(Taf. II, Fig. 18—22.)

Weibchen.

In vieler Beziehung ist diese Form im ♀ der *L. undulata* (O. F. Müller) sehr nahe verwandt, woraufhin der Art die Bezeichnung „*gentilis*" zuteil wurde.

Größe: Das der Beschreibung zugrunde liegende weibliche Exemplar mißt in der Körperlänge 1,2 mm, in der Breite 1 mm und in der Höhe 0,9 mm.

Gestalt: Der Rumpf ist bei Bauchansicht im Umriß kurzeiförmig und im ganzen gedrungener als bei *L. undulata* ♀. Die Seitenansicht ergibt den Unterschied, daß die Bauchlinie der neuen Art minder gebogen, fast gerade verläuft und die dorsale Partie sich weiter nach rückwärts vorschiebt als die ventrale, während die einheimische Form gerade entgegengesetzt gebaut ist. Die 0,032 mm langen antenniformen Borsten zeigen einen gegenseitigen Abstand von 0,240 mm und sind unterschiedlich nicht gefiedert.

Augen: Das Doppelauge ist merklich größer als das der Vergleichsart, was insbesondere in bezug auf das vordere Sehorgan gilt, das vorn eine auffallend hervortretende kugelige Linse besitzt, die ihren schwarzen Pigmentkörper an Größe übertrifft (Durchmesser der Linse 0,080 mm) und sich stark über die Haut erhebt. Die Linse des kleineren hinteren Auges befindet sich auf der Innenseite. Jedes Doppelauge hat eine Längenausdehnung von 0,128 mm, während der gegenseitige Abstand der paarigen Sehorgane 0,304 mm mißt.

Mundteile: Das 0,288 mm lange Maxillarorgan weist im Vergleiche mit dem der *L. undulata* erhebliche Abweichungen auf. Das Vorderende ist, von oben oder unten gesehen, minder spitz, und das daselbst befindliche obere Borstenpaar steht unterschiedlich auf einem kräftigen, nach vorn zeigenden Chitinhöcker und ist abwärts gekrümmt. Die beiden letzteren Merkmale läßt die Seitenlage des Organs aufs beste erkennen. Der äußere Vorderrand der Maxillar-Einlenkungsgrube schiebt sich weniger nach auswärts vor; hingegen tritt die Seitenwand des Maxillarorgans der einheimischen Spezies in weit geringerem Maße fortsatzartig nach innen vor. Der Hinterrand der unteren Maxillarwand weist bei dem Organ der javanischen Form abweichend eine konvexe Rundung auf, und das untere Fortsatzpaar ist verhältnismäßig lang und ein wenig nach innen gerichtet (Fig. 19), während dasselbe bei der *L. undulata* sehr viel kräftiger und kürzer ist und deutlich nach außen zeigt. Die Mandibel der neuen Spezies ist um ein geringes länger, sie mißt 0,432 mm (die der Vergleichsart 0,400 mm bei einem 1,2 mm großen ♀). Ferner tritt das Knie auf der Beugeseite des Grundgliedes der javanischen Art weit schärfer hervor, und das Hinterende, von dem Knie an gemessen, zeigt eine Länge von 0,224 mm, während das entsprechende Maß bei der einheimischen Art nur 0,160 mm beträgt. Der Luftsack ist bei dieser 0,144 mm lang und fast gerade gestreckt.

Palpen: Der 0,720 mm lange Maxillartaster beider in Betracht kommenden Arten läßt kaum eine nennenswerte Verschiedenheit erkennen.

nur dürfte der gleichfalls 0,072 mm lange, an der Spitze mit kurzem Chitinstifte ausgestattete fingerartige Zapfen auf der Beugeseite des zweiten Tastersegmentes bei *L. gentilis* merklich dünner sein (Fig. 20). Im zweiten Gliede ist die Palpe mehr als von doppelter Dicke des Vorderbeines.

Hüftplatten: Wie bei der Vergleichsart hängen die beiden vorderen Epimerenpaare hinten durch eine Brücke zusammen, welche indes minder chitinisiert ist als die Platten. Der bei *L. undulata* am hinteren Ende der ersten und zweiten Epimere befindliche gemeinsame Fortsatz (Nr. 8, Taf. XXII, Fig. 57 a) ließ sich bei *L. gentilis* nicht auffinden. Das dritte Epimerenpaar ist in den Innenenden 0,104 mm voneinander entfernt; das entsprechende Maß beträgt bei dem Vergleichsweibchen nur 0,080 mm. Bei dieser Art schiebt sich aber die dritte Platte unterschiedlich wesentlich weiter über die vierte nach innen vor (Fig. 18). An der letzten Epimere läßt sich kein besonderes Kennzeichen feststellen. Das ganze Hüftplattengebiet besitzt eine Längenausdehnung von 0,432 mm.

Beine: Die drei ersten Beinpaare sind in den Grundgliedern um $^1/_4$ und das Basalsegment des Hinterbeines um $^2/_5$ dünner als die der Vergleichsart. Nach dem Krallenende zu nehmen sie allmählich an Dicke ab, am meisten das Hinterbein. Nur das dritte Bein besitzt ein verdicktes Krallenende und dementsprechend die größte Kralle, was bei der einheimischen *Limnesia*-Spezies nicht der Fall ist. Das Vorderbein weist die Länge von reichlich 0,8 mm auf, und die andern sind gradweise länger bis 1,3 mm, welch letztere Länge das Hinterbein erreicht.

Geschlechtshof: Der Hauptunterschied gegenüber der nächstverwandten Art liegt in der Größe des Geschlechtsfeldes, denn während die Genitalklappen bei einem 1,2 mm großen ♀ unserer einheimischen Art die Länge von 0,240 mm erreichen, so messen sie bei der neuen nur 0,176 mm in gleicher Dimension. Hinten ist der Geschlechtshof merklich breiter, am breitesten in der Gegend des zweiten Napfes, wo der Außenrand der Platte in kräftiger Rundung vortritt. In der Anordnung der Näpfe herrscht Übereinstimmung, jedoch ist die Entfernung zwischen dem ersten und zweiten Napfe der geringeren Länge der Napfplatte entsprechend geringer; bei *L. gentilis* beträgt dieselbe 0,032 mm, bei *L. undulata* 0,064 mm. Die Näpfe haben die übereinstimmende Größe bis zu 0,048 mm im Durchmesser. Die innere Öffnung des Napftrichters zeigt eine verschiedene Größe, bei der javanischen Art ist dieselbe sehr viel kleiner als die äußere, bei der europäischen sind beide fast gleich groß (Nr. 8, Taf. XXII, Fig. 57 g). Die von mir untersuchten Weibchen tragen zahlreiche Eier in Kugelgestalt bei sich, von denen die größten einen Durchmesser von 0,080 mm aufweisen (Fig. 18).

Männchen.

Größe: Die Körperlänge beträgt 0,8 mm, die größte Breite (in der hinteren Genitalgegend) 0,7 mm und die Höhe 0,45 mm.

Gestalt: Bei Bauch- oder Rückenansicht ergibt sich der gleiche Körperumriß wie beim Weibchen, doch erweist sich bei Seitenansicht insofern ein Unterschied, als die Körperhöhe unverhältnismäßig geringer ist, vorausgesetzt, daß das Objekt durch Kaliaufweichung die richtige Körperform wiedererlangt hat. Die Bauchlinie ist gleichfalls fast gerade.

Augen: Die gegenseitige Entfernung der beiden Augenpaare mißt 0,192 mm. Die große Augenlinse ist merklich kleiner als die des weiblichen Augenpaares; ihr Durchmesser beträgt nur 0,056 mm. Die größte Ausdehnung des Doppelauges mißt nur 0,08 mm, nicht mehr als der Linsendurchmesser des weiblichen Auges.

Mundteile: Es ist mir nicht gelungen, das Maxillarorgan zu exstirpieren, doch in den wesentlichsten Merkmalen stimmt das beschädigte Organ mit dem weiblichen überein, insbesondere in betreff der längeren hinteren Fortsätze und des bei Seitenansicht des Organs gut sichtbaren starken Höckers, worauf die obere Borste am Mundende steht. Das Organ besitzt eine Länge von 0,244 mm, eine Breite von 0,144 mm und eine Höhe von 0,160 mm. Die Mandibel ist nennenswert kürzer als die weibliche; sie mißt nur 0,320 mm, aber im übrigen ist sie im Besitze der eigenartigen Merkmale, des scharfeckig vortretenden Knies und des verhältnismäßig langen Hinterendes (0,144 mm).

Palpen: Der männliche Maxillartaster ist wesentlich kürzer als der weibliche; er mißt nur 0,480 mm; und das Gleiche gilt auch von dem Zapfen des zweiten Gliedes, der nur 0,045 mm lang ist, aber im ganzen besitzt er alle spezifischen Merkmale, so daß auf Grund dieser Übereinstimmung sowie derjenigen in den Mundteilen dieselbe Spezies für die beiden hier gekennzeichneten Tiere wohl mit Sicherheit angenommen werden darf.

Hüftplatten: Die bei den weiblichen Epimeren verzeichneten Merkmale lassen sich auch hier auffinden. Die Maße fallen geringer aus. Die gegenseitige Entfernung des ersten Plattenpaares am Hinterende mißt 0,064 mm, der des dritten Paares — Fortsätze mit eingerechnet — 0,048 mm, worin sich ein bemerkenswerter Unterschied gegenüber *L. undulata* ♂ darbietet. Die Länge des ganzen Hüftplattengebietes beträgt 0,384 mm.

Beine: Im Vergleiche mit dem ♂ der Vergleichsart sind die Gliedmaßen der neuen Art unverhältnismäßig kürzer; sie messen vom ersten bis zum vierten Beine: 0,508 mm, 0,720 mm, 0,720 mm und 1,040 mm. In bezug auf die beiden mittleren Beine herrscht insofern Übereinstimmung, als dieselben auch hier von gleicher Länge sind.

Sämtliche Gliedmaßen weisen eine geringe Dicke auf; das zweite Glied derselben ist nur 0,048 mm stark. Wie beim weiblichen Geschlechte zeigt auch hier das Krallenende des dritten Beinpaares eine deutliche Verstärkung. Die Borstenbewehrung der Beine nimmt vom ersten bis zum vierten zu; das Hinterbein besitzt an dem verdickten distalen Ende einen Büschel von fünf mittellangen bis langen Schwertborsten, von denen die kürzeren dicht gefiedert sind. Das dritte und vierte Glied desselben Beines sind auf der Beugeseite mit Schwimmhaarreihen ausgestattet. Das Endglied der gleichen Extremität besitzt auf der Beugeseite in fast gleichen Abständen vier Schwertborsten von etwa $^1/_6$ Gliedlänge und unweit des Fußendes ein mäßig langes Schwimmhaar.

Geschlechtsorgan: Der männliche Geschlechtshof hat die gleiche Lage wie der weibliche und ist ebenso breit als lang, nämlich 0,160 mm. Er wäre kreisrund, wenn sich nicht vorn eine winzige Ausbuchtung befände und die Seitenränder an den beiden Enden nicht eine Abflachung aufwiesen. Das Organ läßt aufs deutlichste zwei Napfplatten unterscheiden, die an den beiden Enden durch Chitinbrücken miteinander verbunden sind. Die sechs Näpfe zeigen die gleiche Anordnung wie beim ♀; der Abstand zwischen den zwei ersten Näpfen mißt 0,020 mm; das ist nicht die Hälfte desjenigen beim ♂ der Vergleichsart, wo das bezügliche Maß 0,045 mm beträgt. Die Platten sind an der Außenseite entlang mit zahlreichen feinen Härchen in ähnlicher Weise besetzt wie ich das früher (Nr. 4, Taf. II, Fig. 48) bei *L. undulata* ♂ dargestellt habe, was aber nicht dem Befunde bei der seeländischen männlichen Type entspricht, bei der der betreffende Haarbesatz weit geringer ist und zudem eine abweichende Anordnung zeigt. Die Zeichnung bezieht sich auf ein der Bremer Fauna angehörendes ♂, das noch einer weiteren Untersuchung bedarf, ob die Form in der Tat spezifisch mit der seeländischen Type zusammengehört. Die Geschlechtsspalte mißt 0,128 mm in der Länge. Die Genitallefzen bilden zusammen ein sphärisches Zweieck, das in der Mitte eine Breite von 0,032 mm aufweist. In den Fortsätzen, welche die den männlichen Geschlechtshof darstellende Abbildung (Fig. 21) an den beiden Enden aufweist, handelt es sich um den dem Muskelansatze dienenden Chitinkörper des Genitalorgans.

Nymphe.

Ein hexapodes Jugendstadium, das mit den vorstehend gekennzeichneten adulten Formen an gleicher Fundstätte erbeutet wurde, betrachte ich auf Grund charakteristischer Artmerkmale als zu vorliegender Art gehörend.

Das Sehorgan besitzt gleichfalls eine ungemein große, kugelige vordere Augenlinse. Der Körper zeigt bei Seitenansicht durch das

Zurücktreten der dorsalen Partie am Hinterende den gleichen Umriß. Das obere Borstenpaar am Vorderende des Maxillarorgans steht gleichfalls auf bei Seitenansicht stark vortretendem Höcker.

Das Epimeralgebiet weist einige Abweichungen auf; zunächst sind die zwei ersten Plattenpaare hinten nicht durch eine Chitinbrücke miteinander verbunden, sondern die beiderseitigen gegeneinander gerichteten Fortsätze zeigen einen 0,016 mm weiten Abstand voneinander. Der plattenfreie Raum zwischen der zweiten und dritten Epimere hat die ansehnliche Breite von 0,032 mm. Die Innenenden des dritten Plattenpaares zeigen eine gegenseitige Entfernung (0,096 mm), die nicht wesentlich hinter der bezüglichen des ♀ zurücksteht.

Das Geschlechtsfeld liegt außerhalb der durch das letzte Epimerenpaar gebildeten Bucht. Sein Vorderende befindet sich geradlinig zwischen den Einlenkungsstellen des Hinterbeinpaares. Dasselbe mißt bei einer 0,5 mm großen Nymphe 0,060 mm in der Länge, vorn 0,065 mm und hinten 0,105 mm in der Breite. Es hat im allgemeinen die Gestalt, wie sie die Nymphen bekannter *Limnesia*-Spezies aufweisen, doch sind die Platten, insbesondere hinten, von bedeutender Breite. Auch der hintere der beiden jederseits befindlichen Näpfe hat eine erhebliche Größe; sein Durchmesser beträgt 0,030 mm und der des vorderen 0,025 mm. Hinten bemerkt man zwischen den beiden großen Näpfen zwei nebeneinander befindliche Höcker mit je einer kurzen kräftigen Borste; im übrigen gewahrt man noch im ganzen sechs feine Härchen (Fig. 22).

Fundstätte: Buitenzorg. Teich im Botanischen Garten.

Diplodontus tenuipes n. sp.

(Taf. II, Fig. 23.)

Der nachfolgenden Beschreibung liegt nur ein Exemplar, anscheinend ein ♂, zugrunde.

Größe: Die Körperlänge mißt 1 mm, die größte Breite (in der Mitte des Rumpfes) 0,8 mm.

Farbe: Die Körperfarbe ist wahrscheinlich rot wie bei den einheimischen Formen.

Gestalt: Der Körperumriß hat bei Bauchansicht eine kurzelliptische Gestalt (Fig. 23). Der Rücken erscheint bei Seitenansicht nur wenig gewölbt, die größte Höhe in der Genitalgegend erreichend. Die Bauchlinie erweist sich im Bereiche des Epimeral- und Genitalgebiets als geradlinig, während sie hinten stark aufsteigt, so daß der abdominale Körper wesentlich niedriger ist als der Vorderkörper. Die bei Seitenansicht erkannten Merkmale sind wenig zuverlässig, da der etwas eingefallene Rücken dafür spricht, daß die sich darbietenden Verhältnisse den natürlichen nicht entsprechen. Die Oberhaut erscheint

wie beschuppt. Die in der Fläche sich als Schuppen darstellenden Gebilde geben sich am Rande als sehr niedrige Tüpfel zu erkennen, deren Höhe 0,003 mm nicht überschreitet. Sie sind rundlich wie bei *D. peregrinus* KOEN. (Nr. 6, p. 626).

Augen: Die beiden Doppelaugen sind in der vorderen großen Linse randständig. Letztere ist ungemein groß und von eiförmiger Gestalt. Das dicke Ende derselben wird ein beträchtliches Stück über den Körperrand vorgeschoben (Fig. 23). Die kleine Linse ist elliptisch im Umriß und etwas vom Körperrande abgerückt. Der Abstand zwischen beiden Linsen eines Doppelauges ist noch geringer als bei *D. peregrinus*, nämlich nur 0,032 mm. In den großen Linsen weisen die beiden Augenpaare eine gegenseitige Entfernung von 0,180 mm auf und in den kleinen eine solche von 0,592 mm.

Mundteile: Das Maxillarorgan mißt in der Länge 0,192 mm und in der Breite 0,136 mm. Das Rostrum ist — soweit das nicht exstirpierte Maxillarorgan ein Urteil erlaubt — verhältnismäßig viel kürzer als dasjenige des *D. despiciens* und wesentlich kräftiger, indem es seine basale Dicke von 0,080 mm bis zur Spitze beibehält (Fig. 23).

Palpen: Der Maxillartaster hat, in der Beugeseite betrachtet, etwa die gleiche Stärke wie das Vorderbein in seinen Grundgliedern. Er ist nur 0,280 mm lang, aber noch etwas kürzer als derjenige des *D. peregrinus* ♂; das vierte Glied mißt 0,080 mm. Die charakteristische Ausbuchtung der Streckseite des letztgenannten Segmentes ist minder deutlich als bei der Palpe des *D. despiciens*. Innen am zweiten Gliede nahe der Beugeseite ließ sich abweichend nur eine breite, gegen die Spitze deutlich gekrümmte Borste feststellen, die nur an der konvexen Seite der Krümmung, nach dem Palpenrande zeigend, Fiederung aufweist, welche, an beiden Enden in kurzen Fiedern beginnend, in der Mitte von beträchtlicher Länge ist. Auf der Streckseite des in Rede stehenden Tasterabschnittes steht in der Mitte eine kurze und nahe dem distalen Gliedende eine halblange steife Borste. Das dritte Glied trägt an den entsprechenden Stellen der Streckseite zwei lange Borsten, von denen die am Ende befindliche derart gekrümmt ist, daß sie sich dem vierten Tastergliede anschmiegt. Auf gleicher Seite bemerkt man auch beim Grundsegmente eine fast gliedlange, kräftige und gekrümmte Borste. Fiederung wurde bei sämtlichen Haargebilden nicht bemerkt. Die Palpenschere ist 0,075 mm lang, demnach etwas länger als bei *D. peregrinus* ♂. Der Scherenfortsatz des vorletzten Gliedes zeigt nur im Grundteile ein wenig Krümmung, während er im übrigen vollkommen gerade ist, mit etwas abwärts gebogener Spitze. Das fünfte Glied weist eine über das ganze Glied sich erstreckende beugeseitenwärts erfolgende Biegung auf.

Hüftplatten: Das Epimeralgebiet ist 0,480 mm lang und im vierten Paare 0,752 mm breit. Die Lagerung der Hüftplatten entspricht dem Gattungscharakter. Die beiden letzten Plattenpaare sind 0,176 mm auseinandergerückt. Der ersten Epimere fehlt im Gebiete der Maxillarbucht der höckerartige Rand. Die zweite und vierte Platte sind im freien Längsrande kräftig ausgebuchtet. Die größte Breite der letzten Epimere mißt 0,112 mm. Ihr subcutaner Fortsatz hinter der Einlenkungsstelle des Hinterfußes hat eine nach einwärts umgebogene Spitze und dieselbe geringe Länge wie bei *D. peregrinus* (0,032 mm). Sämtliche Epimeren sind mit reichem, meist randständigem Borstenbesatze ausgestattet, der insbesondere an den hinten vorspringenden Außenecken auffallend lang und zahlreich auftritt (Fig. 23).

Beine: Die Gliedmaßen haben eine mäßige Länge; das Hinterbein übertrifft bei einer Länge von 1,152 mm die Körperlänge, während das Vorderbein (0,800 mm) nicht unwesentlich hinter derselben zurückbleibt. Sämtliche Beine sind im ganzen auffallend dünn; das zweite Glied des Hinterbeines zeigt beispielsweise am distalen Ende eine Dicke von 0,048 mm, während unsere bekannteste einheimische Form daselbst eine Stärke von 0,080 mm aufweist. Die geringe Beinstärke erschien mir als das geeignetste Merkmal für die Benennung. Wenn nicht zahlreiche Beinborsten verloren gegangen sind, so ist der Haarbesatz nennenswert geringer als bei *D. despiciens*. Die Schwimmhaare des vierten Gliedes des Hinterbeines zeichnen sich durch besondere Feinheit aus. Das dritte Glied des Vorderbeines trägt am distalen Ende außer einigen kürzeren steifen Borsten einen Büschel von vier halblangen Haargebilden, die am Grunde recht kräftig sind und gegen die Spitze hin allmählich dünner werden, um schließlich in eine feine Spitze auszulaufen. Die Fußkralle hat die gleiche Gestalt wie die der einheimischen Art; sie ist gleichfalls mit einer feinen anliegenden Außenzinke versehen.

Geschlechtshof: Das minder weit in die .Genitalbucht des Epimeralgebiets hineingerückte äußere Geschlechtsorgan hat eine herzförmige Gestalt. Es mißt in der Länge 0,192 mm und in der Breite (unweit des hinteren Endes) 0,224 mm. Die beiden Napfplatten sind abnormerweise median in einer Ausdehnung von 0,128 mm vom Vorderende aus mittels eines dem etwas ausgebuchteten Innenrande vorgelagerten Chitinsaumes miteinander verwachsen, während sie hinten voneinander frei bleiben, wo man in der Tiefe die nur 0,064 mm lange Geschlechtsspalte erkennt. Im Bereiche der letzteren besitzen die Plattenränder einen dichten Haarbesatz, der in kräftigen Büscheln über den Hinterrand des Geschlechtshofes hinausreicht. Die Platten sind dem Gattungscharakter entsprechend mit zahlreichen Näpfen dicht besetzt (Fig. 23).

After: Die Analöffnung ist von einem kräftigen, 0,050 mm im Durchmesser betragenden Chitinringe umgeben und 0,096 mm vom Geschlechtshofe entfernt.

Fundstätte: Tjitajam.

Arrhenurus Kraepelini n. sp.

(Taf. II, Fig. 24—27.)

Diese Art steht im Männchen der sudanesischen Form *A. calamifer* NORDENSK. (Nr. 7, p. 5—7, Fig. 3) am nächsten.

Größe: Die Körperlänge mißt 0,624 mm, die größte Breite 0,496 mm, die Höhe (in der Mitte des Körpers) 0,400 mm.

Farbe: Falls die Färbung durch die Konservierungsflüssigkeit keine Veränderung erlitt, so gleicht dieselbe derjenigen des *A. globator* (O. F. MÜLLER).

Gestalt: Die Grundform des Körperumrisses (einschließlich Anhang) ist die Eilinie; die größte Breite liegt hinter den Augen. Infolge einer flachen Seitenausrandung in der Orbitalgegend und einer tiefen Frontalausrandung treten die Stirnecken deutlich hervor; dieselben sind breit abgerundet. Die Seitenansicht läßt die Bauchlinie nur mäßig gebogen, fast gerade, erscheinen, die Rückenlinie hingegen stark gekrümmt, und zwar erfolgt die Krümmung von dem 0,128 mm hohen Stirnende bis zu dem 0,048 mm hohen Anhangsende nahezu gleichmäßig. Im Bereiche des Anhangs zeigt sich eine flache Ausrandung und in der Mitte der Rumpflinie eine geringe vorgebogene Stelle, die auf eine schwach höckerartige Erhebung schließen läßt. Da diese Stelle deutlicher zum Ausdruck kommt, wenn man den Hydrachnidenkörper etwas auf die Seite neigt, so darf man dieselbe als von einem seitlichen Rückenhöcker außerhalb des Rückenbogens herrührend betrachten. Bei gleicher Stellung bemerkt man auch in der Augengegend eine deutliche höckerartige Erhebung. Bei Stirnstellung ergibt der Körper einen Umriß, der sich fast vollständig mit demjenigen des *A. integrator* (O. F. MÜLLER) ♂ deckt, gekennzeichnet durch eine schwach wellige Rückenlinie, welche durch die beiden seitlichen Rückenhöcker und durch den gewölbten Rückenpanzer erzeugt wird. Der Anhang ist deutlich vom Körper abgesetzt. Die Grundform seines Umrisses bildet bei Rückenansicht ein Paralleltrapez; die hinteren Ecken sind breit abgerundet. Auf dem Anhange befindet sich eine muldenartige Vertiefung, die nahe dem Rumpfe am tiefsten ist und sich nach hinten zu allmählich abflacht, so daß man die Grenze der Anhangsmulde bei Rückenansicht nur vorn, bei Stirnstellung des Objekts hingegen bis zum Hinterrande des Anhangs deutlich erkennt. Inmitten der Anhangsmulde ist der Anhang vom Hinterrande aus tief gespalten. Der Spalt hat ein abgerundetes Ende

und weist auf der ventralen Seite des Anhangs eine wesentlich größere Weite auf als auf der dorsalen. Das hyaline Anhängsel zeigt eine seltene Entfaltung; es tritt in der Gestalt eines Saumes auf, der sich über die ganzen Spaltränder erstreckt, in seinem freien Rande, besonders vorn, nach oben gewendet ist und daselbst — namentlich bei Seitenansicht — deutliche Queraderung erkennen läßt. Hinten ist der jederseitige Saumrand eckig ausgezogen; vorn ragt über den stark gehobenen Saumrand das freie Ende eines blau gefärbten, lanzettspitzenartigen Petiolus hervor (Fig. 25), der, wie die Seitenansicht lehrt, stark aufwärts gerichtet ist. Hinter demselben bemerkt man bei gleicher Ansicht eine zweite vorstehende hellere Spitze, der optische Ausdruck des den Petiolus überwölbenden Spaltsaumes. Bei Rückenansicht mit gehobenem Stirnende erkennt man die Totallänge des Petiolus, die 0,050 mm mißt. Auf dem hyalinen Anhängsel steht jederseits in der Höhe der Petiolusspitze eine Krummborste (Fig. 25), welche aufwärts gerichtet und auch bei Dorsalansicht des Anhangs zu erkennen ist (Fig. 24). An den Ecken des Anhangs nimmt man je ein längeres, dicht nebeneinander erscheinendes Borstenpaar wahr und ein kurzes in der Mitte der Anhangsseiten.

Haut: Die Körperhaut zeigt keine für die Art charakteristischen Merkmale. Sie läßt erkennen, daß das dieser Beschreibung zugrunde liegende Individuum ein völlig erhärtetes Entwicklungsstadium ist, wofür noch der Umstand spricht, daß die zwei ersten Epimerenpaare hinten in ihren Konturen undeutlich erscheinen. Der Rückenbogen ist geschlossen und nur wenig länger als breit (Fig. 24).

Augen: Die Augenpaare sind 0,200 mm voneinander entfernt und befinden sich unweit der Stirnecken. Das Augenpigment ist schwarzbraun. Die große vorn belegene Augenlinse wölbt sich etwas über den Körperrand hinaus (Fig. 24).

Palpen: Der Maxillartaster hat eine Länge von 0,187 mm. Das vierte Segment fällt durch seine mächtige Größe auf, insbesondere durch die dorsoventrale Verstärkung am distalen Ende. Die hier inserierte Borste zeigt nur geringe Länge und Breite. Das klauenförmige Endglied hat entsprechend dem mächtigen Antagonisten eine bedeutende Länge; es besitzt auf der konkaven Seite unweit des basalen Endes die übliche gegen die Spitze des Gliedes zeigende Borste. Auf der Innenseite des zweiten Gliedes stehen nahe der Beugeseite dicht aneinandergerückt zwei lange kräftige Borsten. Dasselbe Glied weist auf der Beugeseite unweit des proximalen Endes eine krumme, sich an das Segment anlehnende Borste auf. Eine solche Borste besitzt das dritte Tastersegment in der Mitte der Gegenseite und zudem noch ein feines Haar am distalen Ende auf der Streckseite (Fig. 26). Vermutlich ist die Borstenbewehrung reicher.

Hüftplatten: Die beiden ersten Plattenpaare sind hinten in ihren Grenzlinien undeutlich zu erkennen. Am Außenende ist die vordere Epimerenecke in einen 0,064 mm langen Fortsatz ausgezogen. Die beiden Platten des dritten Paares weisen vorn einen Abstand von 0,064 mm auf, und von hier aus vermindert sich der Zwischenraum zwischen den beiden letzten Plattenpaaren bis zur hinteren Ecke der letzten Platte bis auf 0,048 mm. Die dritte und vierte Platte sind am Innenrande von gleicher Breite. Unweit der Einlenkungsstelle des Hinterbeines tritt die Hinterkante der bezüglichen Epimere bogig vor, im übrigen ist die Kante gerade.

Beine: Die Beine sind kurz und die drei ersten Paare vom Grunde bis zum Krallenende von gleichmäßiger Dicke, quer gemessen 0,040 mm. Das Hinterbein ist im Basalsegmente um ein geringes stärker und nimmt bis zum Krallenende allmählich um die Hälfte ab. Das vierte Glied des letztgenannten Beines besitzt keinen Sporn. Im übrigen ließ sich kein weiteres besonderes Kennzeichen an den Gliedmaßen feststellen.

Geschlechtshof: Das äußere Geschlechtsorgan hat die übliche Lage unmittelbar vor dem Anhange. Die Lefzenpartie mißt longitudinal 0,048 mm, und von gleicher Breite sind auch die Napfplatten bis nahe zum äußeren Ende, das in geringfügiger Weise verschmälert, abgerundet und ein wenig rückwärts gewendet ist. Die Napfplatte erreicht zwar den Seitenrand des Körpers, steht aber daselbst nicht wulstartig vor.

After: Die Analöffnung befindet sich in der Mitte zwischen Genitalhof und Anhangsspalte.

Weibchen.

Es ist mir zweifelhaft geblieben, ob das nachstehend kurz gekennzeichnete ♀ dem männlichen Vertreter dieser Art angehört.

Größe: Die Körperlänge mißt 0,752 mm, die größte Breite (in der Mitte des Körpers) 0,624 mm und die Höhe (gleichfalls in der Mitte des Körpers) 0,432 mm.

Farbe: In der Körperfärbung stimmt das ♀ mit dem ♂ überein.

Gestalt: Der Körperumriß weist bei Rücken- oder Bauchansicht eine elliptische Gestalt auf (Fig. 27); in der Orbitalgegend sowie nahe am Hinterende zeigen die Seitenränder eine schwache Ausrandung. In der Seitenansicht erscheint der Körper in der Kontur gleichfalls elliptisch mit etwas verschmälertem Stirnende.

Haut: Der Rückenbogen bleibt 0,160 mm vom Stirnrande entfernt; nach hinten hin nähert er sich allmählich den Seitenrändern des Körpers, um am Hinterrande dem Auge zu entschwinden.

Augen: Die beiden Doppelaugen befinden sich nahe an den Seitenrändern unweit des Stirnrandes. Ihre Linsen treten nicht über den

Körperrand vor. Der gegenseitige Abstand der beiden Augen mißt 0,208 mm. Das Augenpigment ist schwarzbraun.

Palpen: Der weibliche Maxillartaster gleicht in Form und Größe dem männlichen, doch zeigt jener eine reichere Behaarung. Das zweite Segment weist auf der Innenseite gleichfalls zwei nahe zusammengerückte Borsten auf, doch stehen dieselben abweichend etwas weiter nach dem proximalen Gliedende zu; zudem bemerkt man am gleichen Gliede, etwa in der Mitte der Innenfläche, noch ein kräftiges, nebeneinander befindliches Borstenpaar. Die krumme Borste auf der Streckseite dieses Gliedes fehlt nicht, es ist aber außerdem noch eine Borste am distalen Ende auf gleicher Seite vorhanden. Dem dritten Tasterabschnitte fehlt die Borste in der Mitte der Außenseite und das feine Haar am distalen Ende auf der Streckseite nicht. Die Abweichung in der Borstenausstattung läßt es zweifelhaft erscheinen, ob dieses ♀ dem vorstehend beschriebenen ♂ angehört. Die beiden Fangborsten am Antagonistenrande des vierten Gliedes sind sehr winzig, die äußere ist dem Klauengliede zugebogen und die innere gabelig. In bezug auf dieses Merkmal ließ sich kein Vergleich mit dem männlichen Taster ausführen, weil in beiden Fällen die Klaue fest gegen den Antagonisten angedrückt war.

Hüftplatten: Die Fortsätze der beiden vorderen Epimerenpaare sind mäßig lang (0,032 mm) und am Grunde von ansehnlicher Breite, insbesondere der der zweiten Platte. Der gegenseitige Abstand der beiden Platten des dritten Paares mißt 0,080 mm; und bis zum vierten Paare erweitert sich derselbe noch um ein geringes (Fig. 27).

Geschlechtshof: Die Lefzenpartie des äußeren Genitalorgans hat bei einem Längendurchmesser von 0,096 mm die übliche Gestalt. Ein Fleckenmerkmal wurde auf den Lefzen nicht wahrgenommen. Die Napfplatten bilden mit dem zentralen Teile des Geschlechtshofes zusammen einen hinten offenen Bogen von 0,448 mm Spannweite. Dieselben sind dicht mit Näpfen besetzt, die kleiner sind als die Hautporen; indes scheint das eine dieser Beschreibung zugrunde liegende weibliche Individuum noch nicht völlig erhärtet zu sein (Fig. 27).

After: Der 0,032 mm große, rundliche Analhof liegt 0,096 mm vom Geschlechtshofe entfernt.

Fundstätte: Tjitajam.

Hydrachna sp.

An einer 4,5 cm langen Wasserkäferlarve (*Dyticus*-Larve?) mit je einer dichten Borstenreihe seitlich an den beiden letzten Hinterleibssegmenten zählte ich auf der Unterseite im Gebiete der Beine dicht aneinandergerückt etwa 30 Hydrachna-Puppen, deren Speziescharakter ich nicht erkannt habe.

Literaturverzeichnis.

1. E. v. DADAY, Mikroskopische Süßwassertiere aus Ceylon. Természetrajzi Füzetek. Budapest, 1898. Anhangsheft zum XXI. Bd. Mit 55 Holzschnittfig.
2. — Mikroskopische Süßwassertiere aus Deutsch-Neuguinea. Természetrajzi Füzetek. Budapest, 1901. Bd. XXIV, p. 1—56. Taf. I—III.
3. F. KOENIKE, Die Hydrachniden Ostafrikas. Sonderabdruck aus F. STUHLMANN, Deutsch-Ostafrika. Bd. IV. Mit 1 Taf. und 8 Textfig.
4. — Nordamerikanische Hydrachniden. Abhandlungen d. naturw. Ver. Bremen, 1895. Bd. XIII, p. 167—226. Taf. I—III.
5. — Über bekannte und neue Wassermilben. Zool. Anz. 1895. Nr. 485, p. 373—386 und Nr. 486, p. 390—392. Mit 17 Fig.
6. — Zwei neue Wassermilben aus den Gattungen *Megapus* und *Diplodontus*. Zool. Anz. 1905. Bd. XXVIII, p. 694—698. Mit 4 Fig.
7. E. NORDENSKIÖLD, Hydrachniden aus dem Sudan. Results of the swedish zoological Expedition to Egypt and the White Nile. 1901. Mit 6 Fig. im Text.
8. R. PIERSIG, Deutschlands Hydrachniden. Bibliotheca zoologica. Stuttgart, 1897—1900. Heft 22. Mit 51 Taf.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Atax necessarius n. sp. ♀.

Fig. 1. Bauchansicht. Vergr. 71 : 1.
Fig. 2. Stirnende in Dorsalansicht. Vergr. 70 : 1.

Atax pudendus n. sp. ♀.

Fig. 3. Bauchansicht. Vergr. 65 : 1.
Fig. 4. Stirnende in Dorsalansicht. Vergr. 70 : 1.
Fig. 5. Linker Maxillartaster in den fünf Endgliedern. Vergr. 140 : 1.

Neumania megalommata n. sp.

Fig. 6. Bauchansicht des ♂. Vergr. 68 : 1.
Fig. 7. Männliches Stirnende in Dorsalansicht. Vergr. 80 : 1.
Fig. 8. Rechter Maxillartaster des ♂. Vergr. 230 : 1.
Fig. 9. Ventrales Abdomen des ♀. Vergr. 75 : 1.

Neumania pilosa n. sp.

Fig. 10. Bauchansicht des ♂. Vergr. 73 : 1.
Fig. 11. Linker Maxillartaster des ♂. Vergr. 215 : 1.
Fig. 12. Bauchansicht des ♀. Vergr. 58 : 1.
Fig. 13. Hautmerkmal des ♀. Vergr. 500 : 1.

Tafel II.

Neumania falcipes n. sp. ♂.

Fig. 14. Bauchansicht. Vergr. 62 : 1.
Fig. 15. Rechter Maxillartaster. Vergr. 225 : 1.

Hygrobates falcipalpis n. sp. ♂.

Fig. 16. Bauchansicht. Vergr 67 : 1.
Fig. 17. Rechter Maxillartaster. Vergr. 114 : 1.

Limnesia gentilis n. sp.

Fig. 18. Bauchansicht des ♀. Vergr. 28 : 1.
Fig. 19. Weibliches Maxillarorgan von oben gesehen. Vergr. 108 : 1.
Fig. 20. Rechter Maxillartaster des ♀. Vergr. 75 : 1.
Fig. 21. Äußeres Genitalorgan des ♂. Vergr. 125 : 1.
Fig. 22. Geschlechtshof der Nymphe. Vergr. 170 : 1.

Diplodontus tenuipes n. sp.

Fig. 23. Bauchansicht. Vergr. 36 : 1.

Arrhenurus Kraepelini n. sp.

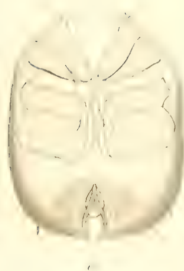
Fig. 24. Rückenansicht des ♂. Vergr. 62 : 1.
Fig. 25. Petiolus mit Spaltsaum des Anhangs. Vergr. 240 : 1.
Fig. 26. Linker Maxillartaster des ♂. Vergr. 240 : 1.
Fig. 27. Bauchansicht des ♀. Vergr. 53 : 1.

Eingegangen am 25. September 1906.







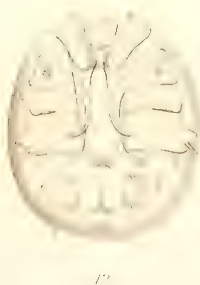












F. Koenike, Javanische Hydrachniden.



F. Koenike, Javanische Hydrachniden.

Ostracoden aus Java.

Gesammelt von Prof. ***K. Kraepelin.***

Von ***G. W. Müller*** in Greifswald.

Mit 2 Abbildungen im Text.

Über javanische Ostracoden liegt zurzeit nur eine Arbeit vor:

VAVRA, Ostracoden von Sumatra, Java, Siam, den Sandwichinseln und Japan, in: Zool. Jahrb., Abt. Syst., Bd. 23, p. 413/436, Taf. 24, 25.

Hier werden vier Arten, drei Cypriden, eine Cytheride aus dem Süßwasser beschrieben, resp. aufgezählt, nämlich:

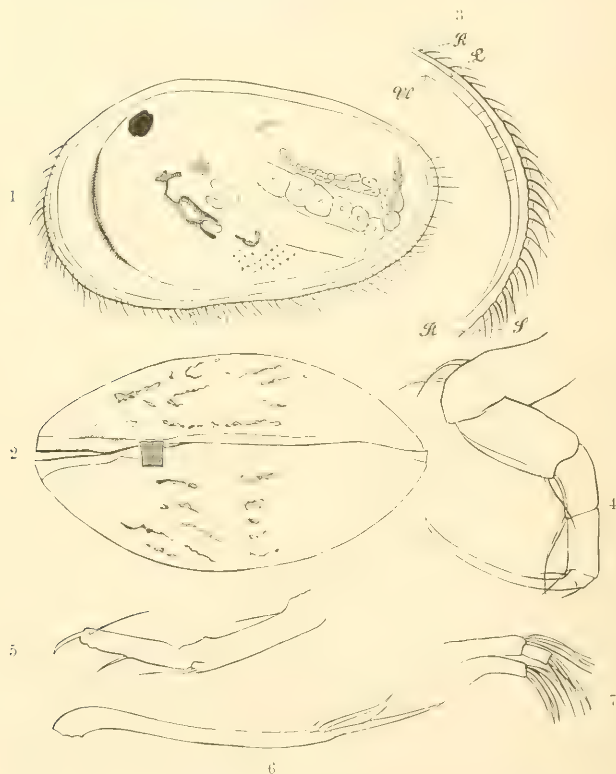
Eurycypris subglobosa (SOWERBY),
Cypris purpurascens BRADY,
Stenocypris derupta VAVRA,
Limnicythere notodonta VAVRA.

Die KRAEPELINsche Ausbeute umfaßt nur zwei Arten, von denen die eine der Gattung *Cypris*, die andere der Gattung *Cypria* angehört. Beide sind neu und weder mit den obengenannten Formen, noch auch mit den anderweitig aus dem malayischen Archipel, Ostasien und Australien beschriebenen Arten identifizierbar.

Cypris Kraepelini n. sp.

Schale des ♀: Höhe etwas größer als $^2/_3$ der Länge, am höchsten auf $^1/_3$ der Länge. Der Dorsalrand bildet hier eine stumpfwinklige, stark abgerundete Ecke, vor und hinter dieser Ecke fällt er fast geradlinig ab, geht ohne Andeutung einer Grenze in das breit gerundete Vorder- und in das deutlich schmäler gerundete Hinterende über; letzteres bisweilen mit ziemlich deutlicher Ecke, welche der rechten Schale angehört. Ventralrand annähernd gerade, gegen Vorder- und Hinterrand nicht abgegrenzt. Rand ziemlich dicht mit kräftigen Borsten besetzt, Fläche sehr dünn behaart, fast kahl. Oberfläche ziemlich dicht mit kleinen, wenig scharf konturierten rundlichen Gruben bedeckt. (In der Fig. 1 nahe dem Ventralrand angedeutet.) Grundfarbe ?, mit dunklen, blauschwarzen Flecken. Dieselben zeigten eine ziemlich variable Anordnung (zum Teil infolge der Konservierung geschwunden?); ziemlich regelmäßig fanden sich Flecke in der Nachbarschaft der Schließmuskelansätze und mehr weniger umfangreiche Reste eines dem Rand annähernd parallel verlaufenden Streifen. Verschmolzene Zone beiderseits am Vorderrand erkennbar, aber schmal, in ihrem Bereich findet sich beiderseits eine Leiste. Saum auf den Rand gerückt.

Vom Rücken gesehen, Breite etwa $^5/_9$ der Länge, am breitesten auf $^1/_2$ der Länge; die Seiten bilden Bogen, welche gleichmäßig bis zu den beiden wenig abgestumpften Enden verlaufen. Die linke Schale



1, 2. ♀ von der Seite und vom Rücken 90 ×. 3. Vorderrand von der medialen Seite 154 ×. *L.* Leiste, *R.* Schalenrand, *S.* Saum, *Vl.* Verschmelzungslinie. 4. Zweite thoraxale Gliedmasse 270 ×. 5. Putzfuß 270 ×. 6. Furca 154 ×. 7. Dritter Kaufortsatz und Taster der Maxille 270 ×.

umfaßt die rechte, überragt sie nur wenig. Die Schwimmborsten der zweiten Antenne erreichen die Spitzen der Klauen. Letztes Glied des Maxillartasters zylindrisch, nach der Spitze hin nicht verbreitert; dritter Kaufortsatz der Maxille mit zwei zahnartigen Borsten, dieselben sind

einfach, am Rande nicht gezähnt. Letztes Glied des Putzfußes mit einfacher, ziemlich langer Klaue, der keine deutliche Spitze des vorletzten Gliedes gegenübersteht; die Klaue ist fein gezähnt, die Zähnelung schwer nachzuweisen.

Furca lang, schlank, fast gerade, nur an der Basis deutlich gebogen; der Hinterrand läßt bei stärkerer Vergrößerung (Zeiß D.) eine feine Behaarung erkennen. Die Klauen fast gerade, schlank, nicht behaart oder gezähnt, die vordere etwa $^1/_2$ so lang wie der Stamm, die hintere etwa $^2/_3$ so lang wie die vordere; die vordere Borste reicht annähernd bis zur Spitze der hinteren Klaue.

Länge des ♀ 0,8—0,87 mm, ♂ unbekannt; die untersuchten ♀ waren nicht befruchtet.

Tjitajam, Java, 3. 3. 04 und Buitenzorg, Java, 25, 2. 04.

Die Art hat große Ähnlichkeit mit *Cypris purpurascens* G. O. SARS (BRADY?)*) von Sumatra, unterscheidet sich aber von ihr in folgenden Punkten: Schale bei *purpurascens* SARS gestreckter, Oberfläche glatt, Furcaläste deutlich S förmig gebogen, deutlich gewimpert, ebenso die Klauen.

Cypria javana n. sp.

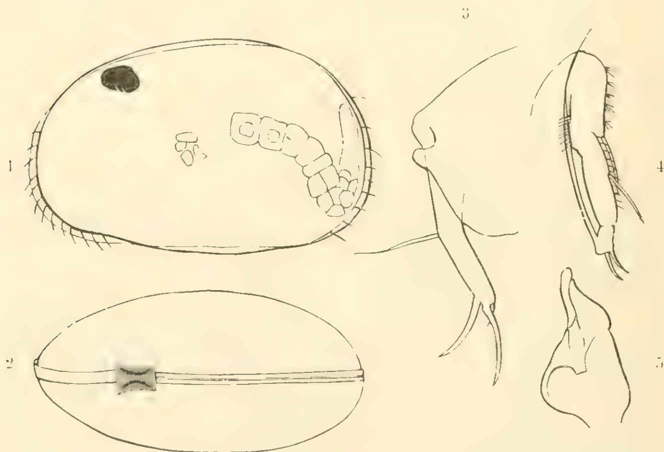
Linke Schale des ♀: Höhe etwa $^5/_8$ der Länge, am höchsten etwas hinter $^1/_2$ der Länge. Dorsalrand flach gewölbt, gegen Vorder- und Hinterrand nicht abgegrenzt, beide Enden breit gerundet, das hintere etwas breiter als das vordere. Ventralrand deutlich gewölbt, gegen Vorder- und Hinterrand nicht abgegrenzt, der Saum überragt am Vorderrand den Schalenrand deutlich. Rechte Schale der linken ähnlich, der Dorsalrand etwas stärker gewölbt, der Ventralrand gerade. Saum am Vorderrand schmäler. Da die linke Schale die rechte allseitig etwas überragt, wird die Kontur des ganzen Tieres durch die linke Schale bestimmt. Behaarung beiderseits am Vorder- und Hinterrand dünn, übrigens Schale kahl. Von bräunlicher Farbe, die Farbe in ähnlicher Weise wie bei *Cypria ophthalmica* in braunen Flecken angeordnet, doch waren dieselben sehr blaß, nicht bei allen Individuen nachweisbar. (Pigment zerstört oder variabel?) Innenrand und Verschmelzungslinie habe ich nicht sicher erkennen können. Vom Rücken gesehen, Breite etwa $^1/_2$ der Länge, am breitesten auf $^1/_2$ der Länge, die Seiten sind flach gewölbt, beide Enden abgerundet, das vordere schmäler als das hintere. Die linke Schale umfaßt die rechte, überragt sie aber nur sehr wenig.

*) G. O. SARS, Fresh-Water Entomostraca from China and Summatra in: Archiv for Mathematik og Naturvidenskab, vol. 25, 1903, Nr. 8, p. 20. SARS schreibt da: *Cypris purpurascens* BAIRD (Entomostraca from Nagpur in: Proceed Zool. Soc. London 1859). BAIRD hat weder an der zitierten Stelle, noch irgendwo anders eine *Cypris purpurascens* beschrieben, wohl aber BRADY (Entomostraca collected by Mr. A. HALY in Ceylon in: Journ. Linn. Soc., vol. 19, 1885, p. 298, Taf. 38, Fig. 12—14). So mangelhaft die Darstellung bei BRADY ist, halte ich doch die Identifizierung von SARS für falsch.

Schale des ♂ der des ♀ ähnlich.

Am dritten Thoraxbein ist die dorsalwärts gerichtete Borste des letzten Gliedes deutlich länger als die drei terminalen Glieder zusammen, die zwei kurzen Borsten des terminalen Gliedes etwa so lang wie das Glied; das zweite und dritte Glied fein behaart, die Haare des zweiten stehen am Ventralrand zu Büscheln vereinigt. Furca ausgezeichnet durch lange Borste des Hinterrandes; dieselbe erreicht etwa $^2/_3$ der Länge des Vorderrandes. Genitalhöcker des ♀ mit nach hinten gerichtetem Zapfen nahe dem Ursprung der Furcaläste. Penis ähnlich wie bei *Cypria ophthalmica.*

Länge des ♀ 0,54—0,57, des ♂ 0,48 mm.



1, 2. ♀ von der Seite und vom Rücken 117 ×. 3. Furca und Genitalhöcker des ♀ 270 ×. 4. Putzfuß 270 ×. 5. Penis 270 .

Wenige Exemplare (7 ♀, 1 ♂) gesammelt bei Tjitajam, Java.

Die Art unterscheidet sich von den anderen Arten der Gattung mit glattem Schalenrand außer durch andere Merkmale durch die Länge der Borste am Hinterrand der Furca.

Eingegangen am 6. November 1906.

Eine Süßwasserbryozoë (Plumatella) aus Java.

Von *K. Kraepelin.*

Mit 3 Abbildungen im Text.

Während in den letzten Jahrzehnten sowohl aus Vorderindien wie aus den tropischen Gebieten Afrikas und Südamerikas eine ganze Reihe von Bryozoën-Vorkommen bekannt geworden sind, fehlen bisher über den malaiischen Archipel alle diesbezüglichen Angaben. Nur von Malakka erwähnt VALENCIENNES[1]) im Jahre 1858 die Entdeckung der *Plumatella fruticosa* ALLM.; und ich selbst habe in meiner Monographie der deutschen Süßwasserbryozoën 1887 (p. 118 Anm.) eine von JAGOR gesammelte *Pl. philippinensis* von den Philippinen beschrieben. Unter diesen Umständen mag es immerhin gerechtfertigt erscheinen, hier kurz eine *Plumatella* zu besprechen, die ich Anfang März 1904 in ziemlicher Menge bei Tjitajam, einer Bahnstation zwischen Batavia und Buitenzorg, an den Seerosenblättern eines Teiches beobachtete, und deren Statoblasten ich dann Ende März auch im Teiche des Gebirgsgartens Tjibodas nachweisen konnte.

Plumatella javanica n. sp. Die Stöcke haben in ihrer Verzweigung und Ausbreitung auf der Unterseite der Nymphaeenblätter eine gewisse Ähnlichkeit mit der heimischen *Pl. repens* L. oder noch besser mit der *Pl. emarginata* ALLM., da sie gleich letzterer einen deutlich ausgeprägten Kiel mit weiterem hyalinen Mündungsgebiet erkennen lassen. Wenn aber für die heimischen Formen der Ausdruck „hirschgeweihartige" Verzweigung als zutreffend erscheint, indem die Mehrzahl der Seitensprossen wieder zu längeren und meist verzweigten Ästen auswächst, zeigt die vorliegende Form einen merkbar anderen Charakter, insofern es sich hier im allgemeinen um lang hingestreckte, ausläuferartige Hauptröhren handelt, die nur hie und da lange, ebenfalls kriechende Seitenzweige abgeben, außerdem aber in regelmäßigen Zwischenräumen mit ganz kurzen kegel- oder kolbenförmigen Polypidöffnungen besetzt sind (Fig. 1). Der ganze Stock ist also der Unterlage fest angedrückt, so etwa, wie der von *Plumatella punctata* HANCOCK, bei der aber die einzelnen Mündungskegel nicht entfernt so scharf vom Stammrohr abgesetzt sind wie bei der *Pl. javanica*. Der Grund für diese ausgeprägte Anlagerung an das Substrat, ohne Ausbildung längerer aufrechter Sprosse oder doch gestreckter Mündungskegel, liegt in der außerordentlichen Zartheit der Chitinwandung, die so zerbrechlich ist, daß es kaum gelingt, größere

[1]) In l'Institut, XXVI, p. 135.

Teile des Stockes unversehrt von der Unterlage abzuheben. Auch die Durchsichtigkeit dieser Wandung ist so groß, daß man die inneren Organe klar durch sie hindurchschimmern sieht, doch wird dieser



Fig. 1.

Charakter im allgemeinen stark durch den Besatz mit mikroskopischen Algen, Kotresten usw. verdeckt und tritt erst hervor, wenn man die Röhren vorsichtig mit einem zarten Pinsel säubert. Trotz dieser Zartheit ist der sogenannte Kiel der Cystidröhren, der sich um die Mündung herum zu einer großen hyalinen Area erweitert (Fig. 2), fast bis zum Grunde so stark ausgeprägt, wie ich es eigentlich nur bei der so ungemein starr- und derbwandigen *Pl. philippinensis* beobachtet habe.

Als ich die Tiere bei ihrem Auffinden mit der Lupe betrachtete, war ich erstaunt, daß ein großer Teil der Polypide augenscheinlich seine Tentakeln nicht eingezogen hatte, und daß die Zahl dieser verhältnis-

mäßig kurzen und dicken Tentakeln eine so geringe, etwa um acht bis zwölf herum schwankende war (vgl. Fig. 1). Schien doch dieser Befund auf einen ganz neuen *Plumatella*-Typus hinzudeuten. Erst als ich daheim aufgehellte Präparate unter dem Mikroskop untersuchte und das Objekt durch Schnittserien zerlegte, konnte ich feststellen, daß die ganze Erscheinung auf einer Täuschung beruhte: die Polypide hatten sich, wie es bei einer aus dem Wasser gezogenen *Plumatella* üblich, alle unter Schließung des Mündungskegels in das Innere zurückgezogen, trugen auch, wie ich an Querschnitten feststellen konnte, die für *Plumatella* durchaus normale Zahl von etwa 45 Tentakeln; die tentakelartigen Gebilde um die Mündungszone aber erwiesen sich als Fremdkörper, und zwar als die Gehäuse winziger Tiere (vermutlich Rädertiere), die wohl als Kommensalen oder als Kotfresser an dieser Stelle besonders vorteilhafte Existenzbedingungen finden.



Fig. 2.

Am Polypid vermochte ich demnach irgendwie auffallendere Unterschiede vom Bau der heimischen Plumatellen nicht zu entdecken, es sei denn, daß die allgemein beobachtete, ziemlich scharf abgesetzte Verjüngung des Magengrundes bei andern Plumatellen weniger deutlich in die Erscheinung tritt.

Die Produktion von Statoblasten scheint eine ziemlich bescheidene zu sein. Auch konnte ich bei aller hierauf verwandten Mühe nur Schwimmrings-Statoblasten, nicht aber auch sitzende Statoblasten auffinden. Daß diese eigenartige Vermehrungsform, die man zunächst als Anpassung an die Lebensverhältnisse des Winters in nördlicheren Breiten aufzufassen geneigt ist, auch in den Tropen nicht unterdrückt wird, habe ich schon gelegentlich bei Besprechung innerafrikanischer und brasilischer Funde hervorgehoben.[1]) Die hier beschriebene *Pl. javanica* liefert dafür einen neuen Beleg. Im gesamten Habitus unterscheiden sich die Statoblasten dieser Art keineswegs von den Schwimmrings-Statoblasten der heimischen Formen; auch die Größe hält sich innerhalb der normalen Grenzen, so daß es schwer halten dürfte, an den Statoblasten allein die Art wiederzuerkennen oder auch nur mit einiger Sicherheit von den heimischen Formen abzugrenzen. Nur so viel läßt sich sagen, daß die Statoblasten der neuen Art bei aller Variation in Größe und

[1]) Verh. Natw. Ver. Hamburg (3) I, p. 14—15, 1894.

Gestalt im wesentlichen an diejenigen der *Emarginata*-Gruppe sich anschließen. Einige diesbezügliche Messungen, die ich hierher setze, mögen dies näher erläutern. Das Verhältnis der Breite zur Länge der Statoblasten schwankt bei den heimischen Formen mit „langen“ Statoblasten *(Pl. emarginata* und Verwandte, exkl. *fruticosa)* im allgemeinen zwischen 1 : 1,85 und 1 : 1,43, bei Formen mit „runden“ Statoblasten *(Pl. repens, fungosa)* zwischen 1 : 1,33 und 1 : 1,08, bei *Pl. punctata* zwischen 1 : 1,6 und 1 : 1,28, während bei *Pl. javanica* das Verhältnis von Breite zur Länge gleich 1 : 1,88 bis 1 : 1,57 gefunden wurde, so daß wir die Form zweifellos dem „langen“ Typus zurechnen müssen. Bemerkt sei jedoch, daß die Gesamtform hierbei in keinem Falle die oft fast parallelrandige Gestalt der typischen *Pl. emarginata* besitzt (vgl. Taf. VII, Fig. 143 meiner Monographie), sondern einen mehr elliptischen Umriß zeigt (Fig. 3). Was die Größenverhältnisse anlangt, so ergaben die absoluten Maße für die Länge der Statoblasten von *Pl. javanica* ein Schwanken zwischen 0,347 und 0,420 mm, für die Breite ein solches zwischen 0,20 und 0,260 mm. Die dementsprechenden Zahlen bei *Pl. emarginata* und Verwandten sind für die Länge: 0,36 bis 0,5 mm, für die Breite: 0,21 bis 0,31 mm. Auch in bezug auf die Größe fallen demnach die Statoblasten der *Pl. javanica* ganz in die Variationsweite der *Pl. emarginata*.



Fig. 3.

Wie bei allen Plumatellen, so ist es also auch in diesem Falle schwer, wenn nicht unmöglich, wirklich durchgreifende Unterschiede für die neue Art aufzustellen. Nur der Gesamthabitus, ausgedrückt durch die charakteristische Verzweigung, die Zartheit der Röhrenwandung mit dem nichtsdestoweniger scharf hervortretenden Kiel, in Verbindung mit Statoblasten, welche der *Emarginata*-Reihe angehören, berechtigt zu der Auffassung, daß wir es hier mit einer selbständigen Form zu tun haben, deren Fixierung durch einen Artnamen geboten erscheint.

Das Material selbst war auf den Blättern der Seerosen nicht eben selten. Ich zweifle nicht, daß die Form auch sonst noch, z. B. in den Teichen bei Garoet, in Java verbreitet ist.

Eingegangen am 6. November 1906.

Das System der Collembolen

nebst Beschreibung neuer Collembolen des Hamburger Naturhistorischen Museums.

Von ***Carl Börner.***

Mit 4 Figuren im Text.

Vor dem System der Collembolen scheint seit kurzer Zeit wieder ein ernstes Fragezeichen zu stehen. Es ist EINAR WAHLGREN (1906), der jüngst das von anderen und mir ausgebaute System einer Revision unterzogen hat und dabei zu sehr wesentlichen Änderungen geschritten ist. Die Frage nach der Stellung des *Actaletes,* die an das Vorkommen von Tracheen bei dieser eigenartigen Form anknüpft, ist geschickt aufgeworfen und verdient zweifellos eine erneute eingehende Diskussion.

Die Tracheen der Collembolen sind in ihrer phylogenetischen Bedeutung noch umstritten, soviel erscheint aber als sicher, daß die Collembolen von Insekten mit normalem Tracheensystem abstammen. Ihre Beziehungen zu den entotrophen Thysanuren *(Diplura)* sind zu mannigfaltig, als daß sie auf Konvergenz beruhen könnten, und es gibt heute wohl niemand mehr, der die hieraus gefolgerte Verwandtschaft als einen Irrtum beweisen würde und könnte. Die Vorläufer der Collembolen wären demnach im Besitze von Tracheen gewesen, was ja auch WAHLGREN annimmt. Es fragt sich nun, wie es kommt, daß heute (soweit es bis jetzt bekannt ist) nur noch *Sminthurus* s. l. und *Actaletes* durch Tracheen atmen. Sind sie Reste oder Neubildungen, bedeutet ihr Vorkommen Konvergenz oder innere Verwandtschaft. WAHLGREN entscheidet sich für das letztere, begeht hiermit aber wahrscheinlich einen allerdings sehr nahe liegenden Trugschluß. Beweist der Tracheenbesitz eine einheitliche Abstammung, so müssen auch die übrigen Charaktere sich diesem Gesichtspunkt einordnen lassen. Wir werden nachher sehen, daß dies nicht der Fall ist.

Die „Kopftracheen" der Collembolen sollen eine ganz spezielle Erscheinung unter den Insekten sein. Diese Kopftracheen gehen aber bei den Sminthuriden von Stigmen aus, die nachweislich in den ursprünglichen Fällen auf dem prothoracalen Intersegment liegen, mithin dem Thorax angehören, der auch sonst Stigmenpaare zu tragen pflegt. Echte prothoracale Stigmen kommen allerdings bei ausgebildeten Insekten nicht vor, nicht selten wandert aber das Stigmenpaar des Mesothorax an den Hinterrand des Prothorax, ähnlich auch das erste abdominale Paar in den Metathorax. Gleichwohl könnten die Collembolen mit ihrem einzigen Stigmenpaar der Sminthuriden (auch *Actaletes*) echte Prothorax-

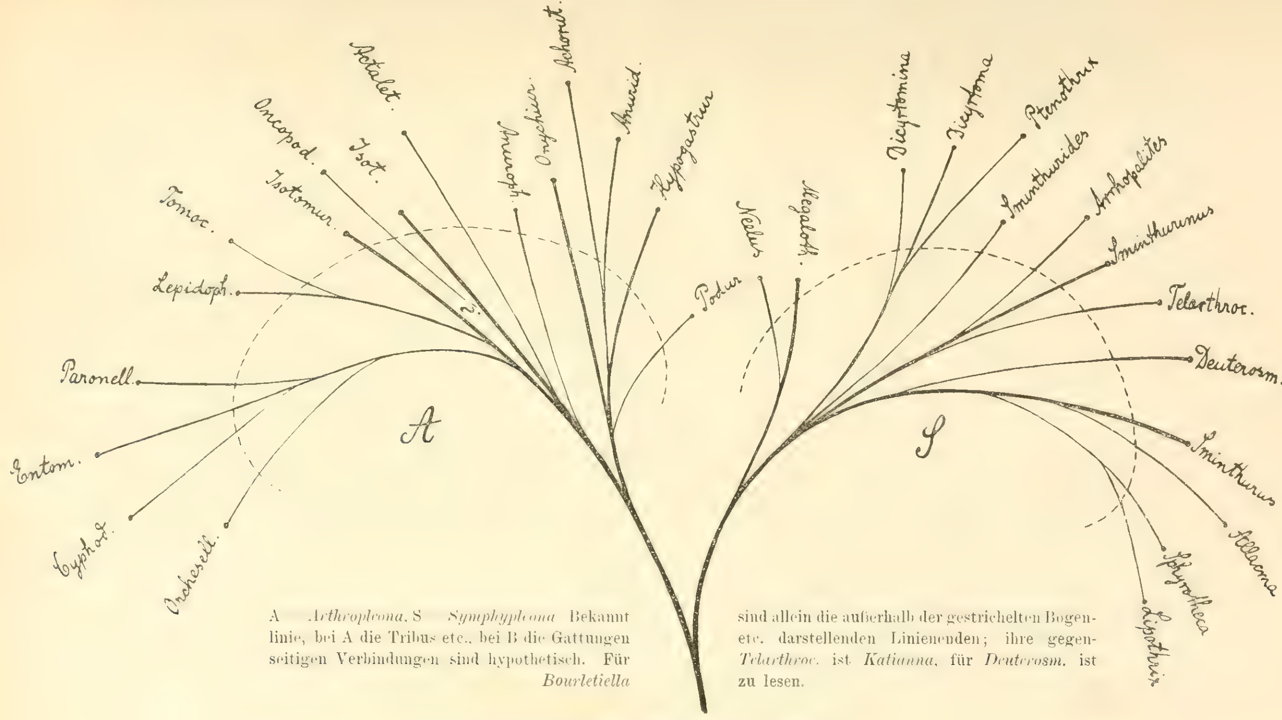
stigmen behalten haben, da diese auch bei anderen Hexapoden embryonal noch angelegt werden. Daß diese dann nach vorn in das prothoracale Intersegment (von VERHOEFF als Mikrothorax bezeichnet) vorgeschoben sind und bei dessen Unterdrückung auf der Grenze von Kopf und Prothorax oder schließlich auch am Kopfhinterrand selbst liegen, ist mit Rücksicht auf die erwähnten Wanderungen der mesothoracalen und abdominalen Stigmen anderer Insekten sowie die analogen Erscheinungen bei Milben durchaus nicht unwahrscheinlich. In diesem Falle bleibt es aber noch sehr zweifelhaft, ob das einfachste *(Actaletes, Sminthurides)* oder das reichlich verzweigte, Kopf, Brust und Hinterleib versorgende (*Sminthurus* s. str.) Tracheensystem als das ursprünglichere angesprochen werden muß. Es ist sehr wohl möglich, daß *Sminthurinus* und *Sminthurides* eine weitgehendere Rückbildung ihrer Tracheen erfahren haben als ihre phylogenetisch jüngeren Verwandten *(Sminthurus)*, da sie durchweg an feuchteren Orten als diese leben und so zur Unterstützung der Hautatmung mit einem weniger komplizierten Tracheennetz, als es ihr phylogenetisches Erbteil geworden war, auskommen konnten. Immerhin bleibt es auffällig, wie mit der Ausdehnung der Atemröhren die der Ventralsäcke parallel geht, doch können die kurzen Täschchen von *Sminthurides* ebensowohl archaistisch wie atavistisch aufgefaßt werden.

Dicyrtoma spricht in dieser Frage ein wichtiges Wort. Sie entbehrt der Tracheen, hat aber neben *Sminthurides-Sminthurinus*-Charakteren solche der *Sminthurus*-Gruppe. Die Verwachsung des Genital- und Analsegmentes, das Vorkommen von zwei Paar Bothriotriche am Anogenitalsegment bei ganz jungen Individuen, mit dem das Fehlen der Dorsalpapillen des Furcalsegmentes Hand in Hand geht, teilt sie mit *Sminthurides*, mit *Sminthurinus* gleichzeitig den Bau des Tenaculums und des Integumentes, mit diesem allein die Gestalt der Dentes und Mucrones, sowie den Besitz der Appendices anales. *Sminthurus*-artig sind dagegen die Ventralschläuche mit ihren warzigen Wänden, die sich auch hier erst nach den ersten Häutungen entwickeln. Wäre nun das Tracheensystem der Sminthuriden von *Actaletes* oder doch wenigstens von *Sminthurides* an in progressiver Entwicklung begriffen, wie WAHLGREN es anzunehmen geneigt ist, dann wäre es gar nicht zu verstehen, wie *Dicyrtoma*, die ihrer Lebensweise nach eher *Sminthurus*-artige Tracheen besitzen sollte, ihrer verlustig gegangen ist. So leicht wird ein junges, sei es auch atavistisch zurückerobertes Organ nicht wieder beseitigt. Sind die noch vorhandenen Tracheen aber Reste, so ist deren verschieden weitgehende Reduktion bei sonst nahe verwandten Gruppen nicht sonderlich auffällig.

Die Phylogenie der Symphypleona (exclusive *Actaletes*) bietet nach Erkennung dieser Tatsachen, zu denen sich einige noch hinzugesellen, ein wesentlich anderes Bild, als es bisher von WILLEM (1900),

Wahlgren (1906) und mir (1901) entworfen werden konnte. Der in mehrfacher Hinsicht primär (Körpersegmentierung) und vielleicht auch sekundär (Ventralsäcke) ursprüngliche *Sminthurides* hat sich mit der Verwachsung des Genital- und Analsegmentes, der Differenzierung der männlichen Antennen, der Verlängerung des Maxillenkopfes, dem Verluste der subapicalen Sinnesgrube des vierten Antennengliedes unzweideutig vom Grundtypus der Symphypleona entfernt, bei dem die beiden letzten Abdominalsegmente selbständig, die Antennen der Männchen und Weibchen gleichartig gebaut, die subapicale Sinnesgrube des Antennenendgliedes, sowie dessen retraktiler Sinneskolben vorhanden und die Ventralsäcke glattwandig gewesen sein müssen. So bleiben *Sminthurinus* und *Sminthurides* in bezug auf ihre Ursprünglichkeit gleichberechtigt. — *Neelus* und *Megalothorax* andererseits reihen sich im Bau des Anogenitalsegmentes an *Sminthurides* an, sind aber in der Kopfform und im Bau des Maxillenkopfes und des Tenaculums ursprünglicher als dieser geblieben, haben ihre Antennen nach Rückbildung der Sinnesgrube und des Sinneskolbens des letzten Gliedes, ihre Hüften durch eine ungewöhnliche Verlängerung bei gleichzeitiger Krümmung nach innen und unten, ihren Ventraltubus desgleichen durch Verlängerung und hinten belegene Blindsackbildung in ganz anderer Richtung differenziert, so daß sie als Familie abgetrennt bleiben dürfen. Das Fehlen der Tracheen ist abgeleiteter Natur, während die Segmentierung der von *Sminthurides* u. a. etwas Wesentliches nicht voraus hat.

Sminthurinus-Sminthurides, die ich jetzt als *Sminthuridinae* zusammenfasse, und die *Neelidae* ergeben erst durch Kombination ihrer Merkmale einen Anhalt zur Konstruktion der Ahnengruppe der Symphypleona. In gewissem Sinne ist es berechtigt, die *Sminthuridinae* als Ausgangspunkt für die *Sminthurinae* einerseits und *Dicyrtominae* andererseits zu betrachten, doch liegt die eigentliche Wurzel tiefer. Die Warzenbildung der Ventralsäcke erweist sich ontogenetisch wie phylogenetisch als jüngerer Charakter, beiden Unterfamilien ist er eigen, die selbst doch ganz verschiedene Entwicklungswege gingen. Die Gliederung der Antennen, die Ausbildung der Dorsalpapillen, der Verlust der Tracheen, die Bildung des Maxillenkopfes machen die *Dicyrtominae* zu einer scharf umgrenzten Gruppe, deren Entstehung aus den rezenten Formen ebensowenig lösbar ist, wie die der *Sminthurinae,* die ihrerseits in Arten der Gattung *Bourletiella* (= *Deuterosminthurus*) recht ursprüngliche Vertreter behalten, in den Gattungen *Sminthurus* und *Allacma* eine weitgehende Spezialisierung erfahren haben. Nur diese eine phylogenetische Lösung, deren graphische Darstellung in umstehendem Schema enthalten ist, wird auf Grund der vorangeschickten theoretischen Betrachtungen allen Merkmalen dieser interessanten Collembolengruppe gerecht.



A Arthropleona, S Symphypleona Bekannt sind allein die außerhalb der gestrichelten Bogenlinie, bei A die Tribus etc., bei B die Gattungen darstellenden Linienenden; ihre gegenseitigen Verbindungen sind hypothetisch. Für *Telarthroc.* ist *Katianna*, für *Deuterosm.* ist *Bourletiella* zu lesen.

Verwandtschaftsschema der Collembolen.

Soweit die Symphypleona. Mit dem phylogenetischen Alter von *Actaletes* will es ja scheinbar nicht passen, daß er als Arthropleonum Tracheen besitzt. Die Poduriden und alle Entomobryiden außer ihm entbehren ihrer, und es ist zu verlockend, ihn daraufhin mit den Sminthuriden in Verbindung zu bringen. Dagegen ist nachdrücklich hervorzuheben, daß *Actaletes* eine alte Collembolenform sein dürfte, die sich von *Proisotoma*-Ahnen herleitet, die selbst von der Wurzel des Entomobryidenstammes relativ wenig entfernt stehen. Auf diese Ahnen blickt gleichfalls das ganze übrige Heer der „höheren" Entomobryiden zurück, da *Isotoma, Axelsonia, Isotomurus* und *Tomocerura* die Verwandtschaft vermitteln. Und auch die „niederen" Entomobryiden schließen sich hier an, nur schreitet deren Entwicklung in mehrfacher Hinsicht rückwärts, was ihnen leicht, aber mit Unrecht, den Ruhm „ursprünglicher" Eigenschaften eingebracht hat. Sie alle (*Anurophorini*) sind ausnahmslos echte Isotominen mit oder ohne Furca, ihr Integument ist durchaus entomobryid, die Sclerite des Abdomens und namentlich des dritten und vierten Abdominalsegmentes sind isotomid und ganz und gar nicht achorutoid. Die bisweilen vorkommenden, wahrscheinlich zum fünften Abdominaltergit gehörenden, Analdornen sprechen nicht für eine direkte achorutoide Verwandtschaft, und die Körnelung des Integumentes ist nicht so selten, wie es bisher schien: *Proisotoma carli* nov. spec. (= *Isotoma crassicauda* CARL [1901] nec. TULLBERG 1871) ist am ganzen Körper gekörnelt, dabei trotz alledem eine echte *Proisotoma.*[1])

Die Poduriden ihrerseits sind ganz gewiß nicht die Vorläufer der Anurophorinen, sondern beide Abkömmlinge der gleichen Ahnen, für uns also gleichwertig ursprünglich. Mit ihrem weichen Integument, das nur bei den großen Onychiuren deutlich umgrenzte Sclerite behalten hat, sind die Poduriden den Entomobryiden gegenüber, bei denen zumal Tergite stets differenziert bleiben, sicherlich abgeleitet. Ihre Segmentierung (Intersegmente) andererseits und damit zusammenhängend ihre innere Anatomie (Nervensystem, Genitalorgane) sind in den ursprünglichen Fällen primitiver als bei den meisten Entomobryiden, deren niedrigste Vertreter ihnen in letzterem Punkte aber vollkommen gleichen. Das Postantennalorgan der isotominen Form hält WAHLGREN mit Recht für ursprünglicher als das der achorutoiden oder gar onychiuren Form, um so eher, als auch bei den Poduriden gelegentlich (z. B. *Achorutes inermis*

[1]) Auch *Tetracanthella* ist „gekörnelt". Erneute Untersuchungen haben mir gezeigt, daß die „Felderung" ihres Integumentes auf einem unregelmäßigen Maschensystem von flachen Furchen und nicht Leisten beruht, wie ich es früher (1902) so nachdrücklich betonte. Aber unberührt bleibt von dieser Auffassungsänderung die feine Grundstruktur der Haut aller Collembolen, die auf einer äußerst zarten, engen und ziemlich regelmäßigen Punktierung beruht.

Tbg.) eine ähnlich einfache Gestaltung beobachtet wird. Relativ am ursprünglichsten scheinen noch die Onychiuren gebaut zu sein, obschon auch sie sich durch den Verlust der Augen, die Entwicklung der antennalen Sinnesorgane und der Pseudocellen wieder nur als ein Seitenzweig dokumentieren; aber die Form des Maxillenkopfes bei *Tetrodontophora* u. a., das Erhaltenbleiben von Scleriten, die Länge des Ventraltubus bei derselben Form, das Vorhandensein der subapicalen Sinnesgrube am letzten Antennenglied, sprechen für ihr hohes phylogenetisches Alter. Die Podurinen *(Podura)*, die in der Bildung des furcalen Manubriums, des Tenaculums, der vertikalen Kopfstellung und der damit zusammenhängenden Kopfform und Rückverschiebung der Augen, auch der Klauenform, unzweifelhaft auf die Ahnengruppe der Symphypleona zurückverweisen, machen in gewissem Sinne den Onychiuren diesen Rang streitig, teilen mit ihnen aber durch die Differenzierung der Dentes das gleiche Los eines Seitenzweiges.

Also auch hier wieder die Abstammung (der Poduriden und Entomobryiden) von den gleichen Ahnen, eigene divergente Entwicklung. —

Nach diesen mehr allgemeinen Bemerkungen will ich etwas spezieller auf die Verwandtschaft von *Actaletes* und die ihn von den *Symphypleona* trennenden Merkmale eingehen. Dabei sind folgende Punkte von Wichtigkeit:

1. Bau des Thorax und Abdomen I und II durchaus isotomaartig.

2. Bau der Antennen, von Manubrium, Dens und Mucro wie bei *Proisotoma* s. str. und *Ballistura* nov. subgen.

3. Abschnürung eines schmalen Tarsalringes am distalen Ende des Tibiotarsus wie bei *Ballistura* nov. subgen.

4. Verwachsung der drei letzten Abdominalsegmente wie bei *Folsomia*. Verschmelzung dieser drei Segmente derart nie bei den *Symphypleona*.

5. Basale Furcalsclerite kaum breiter als das Manubrium, im wesentlichen wie bei *Isotoma* gestaltet; ventrale Spange wie bei *Orchesella* an einer langen Ventralstange, die zu dem schmalen Seitenstück des vierten Abdominaltergits gehört, artikulierend; laterales Sclerit mit der ventralen Spange und einer dicken, die Rückenmitte des Segmentes nicht erreichenden Chitinleiste gelenkig verbunden. Manubrium ventral und dorsal ziemlich gleich lang.

Bei Sminthuriden ist das Manubrium ventral länger als dorsal, die basalen Sclerite nehmen an der Bildung der abdominalen Bauchwand teil und dehnen sich seitlich viel weiter aus als das Manubrium selbst breit ist.

6. Manubrium ventral beborstet, wie vielfach bei Isotomen — bei den *Symphypleona* stets nackt.

7. Antenne IV mit Subapicalpapille wie bei *Isotoma, Isotomurus, Tomocerura* etc.

8. Integument und Behaarung wie bei *Proisotoma* etc.

9. Postantennalorgan wie bei *Isotoma* etc.

Spezifische Merkmale sind noch: Kopfform, Gestalt der Sinnesstäbchen an Antenne III, des Tenaculums (mit in Pars anterior und posterior geteiltem, von den Ramis überragtem Corpus) und des Maxillenkopfes (mit verlängertem dreizähnigen Außenteil, Innenteil mit vier gezähnten Lamellen und bewimpertem Basalanhang).

Es ist nach alledem kein Zweifel darüber möglich, daß *Actaletes* ein Abkömmling der primitiven Isotomen ist. Was er an ursprünglichen Merkmalen besitzt, teilt er mit diesen, mit alleiniger Ausnahme der Tracheen, deren systematische Bedeutung ich bereits auseinandergesetzt habe. Seine eigensten Merkmale dagegen sind so spezialisiert, daß sie niemals der Ausgangspunkt zu solchen der Symphypleona hätten sein können. Die Symphypleona, deren ursprünglichste Vertreter in den Arten der Gattungen *Sminthurinus* und *Sminthurides* leben, teilen mit ihm außer den Tracheen keine einzige auf engerer Verwandtschaft basierende Eigenschaft. Was die Verwachsung der beiden hintersten Abdominalsegmente betrifft, die *Sminthurides* und die *Neeliden* auszeichnet, so kann diese um so weniger mit jener bei *Actaletes* verglichen werden, als *Sminthurinus* und *Bourletiella* beide Segmente deutlich getrennt behalten haben, wie es bei den ursprünglichen Poduriden der Fall ist. Wäre aber *Sminthurides* und vor ihm gar noch *Actaletes* auch in diesem Merkmal eine Ausgangsform der Symphypleona, dann wäre es gar nicht zu verstehen, wie „jüngere" Sminthuriden diese Verwachsung, die im Sinne eines hochentwickelten Sprungvermögens hätte beibehalten bleiben müssen, wieder aufgeben konnten. Da ist es doch viel einfacher, *Actaletes* mit *Isotomina* und *Folsomia* zu vergleichen. Das Manubrium der Symphypleona ist nur auf poduriden Grundtypus zurückführbar, während das von *Actaletes* echt entomobryid gestaltet ist und sich nie mit dem der Symphypleona in dem Sinne phylogenetischer Verwandtschaft vereinen läßt. Es ist unfaßbar, wie die Basalsclerite der Furca, wenn sie sich erst einmal so eng an das Manubrium angeschlossen haben, wie es bei den Isotomen und *Actaletes* (auch den übrigen Entomobryiden) der Fall ist, plötzlich wieder eine Lagerung annehmen sollten, wie sie bei den Poduriden vorkommt, deren Sprungvermögen weniger entwickelt ist als bei den Entomobryiden. Hinzu kommt, daß ein Vergleich der Basalteile der Furca bei den *Symphypleona* und *Podura aquatica* lehrt, daß zwischen beiden ein phylogenetisches Band bestehen muß, was auch durch den Kopfbau und andere Charaktere bestätigt wird. *Actaletes* aber auf dieselbe Grundform zurückzuführen, ganz unbekümmert um

seine nächsten Verwandten, die Isotomen, ist nicht zu rechtfertigen. Ist es doch überhaupt eine weitverbreitete Tatsache, daß die spezialisierten Formen Endglieder bereits vorhandener und nicht etwa Anfangsglieder anderer Entwicklungsreihen sind. Wie kommt *Actaletes* zu den unter Nr. 3 und 7 genannten Eigenschaften? Warum fehlt ihm der retraktile Sinneskolben am Ende des 4. Antennengliedes, der bei Poduriden und Sminthuriden in der Regel, bei Entomobryiden ebenfalls nicht



Fühlerenden von: a. *Sminthurinus niger* (Lbk.); b. *Onychiurus fimetarius* (L.) = *inermis* (Tbg.); c. *Ågrenia bidenticulata* (Tbg.). rs = retraktiler Sinneskolben, sp = Subapilcalpapille (bei *Ågrenia* wenig deutlich), ssg = subapicale Sinnesgrube mit zentralem Höckerchen.

selten vorhanden ist? Warum fehlt ihm die bei den ursprünglichen Sminthuriden nie fehlende subapicale Sinnesgrube an Antenne IV, die unter den Arthropleona bei den archaistischen Onychiuren und einigen Isotomen erhalten geblieben ist und somit auf eine procollemboloide Herkunft deutet? Und der für ein Symphypleonum so ursprünglich gegliederte *Actaletes* sollte diese Eigenschaften verloren, dafür aber die der Isotomen und Entomobryen angenommen haben, obgleich diese erst bei den höheren Isotomen auftreten?

Ich glaube, daß die Verkennung der Konvergenz zwischen *Actaletes* und den *Symphypleona* nur möglich war bei der Annahme der Ahnenschaft der Gattung *Sminthurides* unter den letzteren, die aber in diesem Umfange sicher auf einem Irrtum beruht. Daß aber *Actaletes* als Entomobryide die Berechtigung der beiden Unterordnungen der Arthro- und Symphypleona negieren sollte, ist ganz unverständlich, denn er reiht sich ja zwanglos in das System der Entomobryiden ein, während die Symphypleona den anderen Hauptstamm der Collembolen besetzt halten. Wie kann das Vorhandensein oder Fehlen der Tracheen den Hauptunterschied beider Unterordnungen bilden, wo doch *Dicyrtoma* und die Neeliden ebenfalls keine Tracheen besitzen? Ich gebe zu, daß eine Beschreibung der wesentlichen Unterschiede beider Gruppen besonders

schwierig ist, aber die Tatsache, daß wir in beiden zwei divergente und in einzelnen Vertretern wieder konvergente, in früher, vortertiärer Zeit differenzierte Entwicklungsreihen der Collembolen vor uns haben, läßt sich nicht wegleugnen. In meiner Collembolenmonographie werde ich an der Hand von Abbildungen meine Beweisführung wiederholen. Gar lehrreich ist es, daß *Actaletes* uns so viel Kopfzerbrechen bereitet. Die Natur zeigt uns auch hier wieder, daß sie unsere Schemata nicht kennt. Die Charaktere der einzelnen Collembolen, ob sie nun aus grauer Vorzeit stammen oder eine jüngere Errungenschaft sind, differenzieren oder reduzieren sich eben nicht schematisch; nur an uns liegt es, den richtigen Weg zu finden, auf dem man in jedem einzelnen Falle wieder zu ihnen gelangt.

So schwierig die Frage nach der Verwandtschaft von *Actaletes* zu beantworten ist, so leicht ist es, die von mir aufgestellten Unterfamilien der *Achorutidae* gegeneinander, wie auch den niederen Isotominen gegenüber zu begrenzen. Aber mit Rücksicht auf die Resultate, zu denen WAHLGREN bei der Lösung dieser letzten Frage gelangt ist, ist eine gründliche Revision erforderlich, um so mehr, als ich heute in der Lage bin, die gegenseitige Verwandtschaft der *Achorutinae, Onychiurinae* und *Neanurinae* (alte Nomenklatur, die im Text zunächst beibehalten ist)[1].

[1]) 1. Als ich 1901 auf Initiative des Herrn Professor VON MÄHRENTHAL hin den alten DE GEERschen Gattungsnamen *Podura* für die jetzige Gattung *Tomocerus* reserviert wissen wollte, nahm ich an, daß LATREILLE 1802 (Histoire naturelle générale et particulière des Crustacés et des Insectes, Tom. III, p. 72) eine Aufteilung der Gattung *Podura* vorgenommen habe. Dies ist aber nicht der Fall, da *Podura globosa* L., die er als Beispiel für sein neues Genus *Smynthurus* anführt, in LINNÉs Systema Naturae Editio X, Tom. I, p. 608-609 (1758) nicht aufgeführt wird, so daß das Eliminationsverfahren zur näheren Bestimmung der Gattung *Podura* in Anwendung kommt, zumal man in LATREILLEs „exemple“, wie ÅGREN (1902) mit Recht hervorgehoben hat, die Aufstellung eines Typus anzuerkennen nicht gezwungen ist. ÅGRENs Grund, meinen Vorgang von 1901 abzulehnen, vermag ich nicht zu billigen, da es für mich außer Zweifel steht, daß *Podura plumbea* L. ein *Tomocerus* ist, wahrscheinlich wohl auch der *longicornis* MÜLLER (1776). LINNÉ kannte 1758 noch keinen beschuppten Springschwanz außer seiner *plumbea*, der er, ohne die Schuppen zu kennen, das Attribut „nitida“ gab und sie 1761 (Fauna Suecica, Ed. II, p. 473) u. a. als „reliquis major“ kennzeichnete. Ein Vertreter der Gattung *Orchesella* lag ihm aber in seiner *Podura cincta* vor, die „cylindrica grisea . . .“ in der Diagnose genannt wird und nicht etwa auch „nitida“. Spätere Autoren haben allerdings teilweise Arten der Gattung *Orchesella* (vielleicht auch *Entomobrya*) als *Podura plumbea* L. gedeutet, aber DE GEER beschreibt 1776 als erster die Schuppen, und seine Entdeckung wird alsbald von VILLERS (Linnaei Entomologia, 1789, Tom. IV, p. 5) und LATREILLE (l. c.) aufgenommen. 1766 (Syst. Nat., Ed. XII, T. I, p. 1014) beschreibt LINNÉ seine *Podura pusilla* (= *Lepidocyrtus ?cyaneus* TBG.) und sagt von ihr u. a.: „Corpus omnium minimum . . . totum aeneum“; auch VILLERS, GMELIN und FABRIZIUS kennen die kleinen Lepidocyrten, ohne ihr Schuppenkleid zu bemerken, das ihnen doch von *Podura*

etwas genauer als im Jahre 1901 zu bestimmen. Wenn WAHLGREN die von mir 1901 falsch interpretierte „Ocellen"-Eigenschaft der *Neanurinae* gegen die monophyletische Herkunft dieser Gruppe wieder ins Feld führt, so verweise ich ihn auf mein „Genus Tullbergia LUBBOCK" (1902). Oder sollte etwa der Bau der Mundteile so geringen phylogenetisch-systematischen Wert haben, obschon er in seiner Differenzierung aus dem der Ahnengruppe der Onychiuren und Poduren (Achoruten) fast lückenlos Schritt für Schritt zu verfolgen ist, daß er bei der sonst nachweisbaren Einheitlichkeit der Gruppe ihre Polyphyletie nicht ausschließt? Ja, wenn eine reine Rückbildung dieser

plumbea bekannt geworden war. Es liegt mithin kein Grund vor, an der Zugehörigkeit der LINNÉschen *Podura plumbea* zur Gattung *Tomocerus* zu zweifeln. Bringt man nun das Eliminationsverfahren zur Ermittlung der Gattung *Podura* s. str. in Anwendung, so gelangt man zu dem von TULLBERG und seinen Nachfolgern angenommenen Resultat, daß *Podura aquatica* L. als einzige den DE GEERschen Gattungsnamen beibehält.

2. TEMPLETON errichtete 1835 (Transact. Ent. Soc. London, Vol. I, p. 89—98) die Gattung *Achorutes* für seine *A. dubius* und *muscorum*. 1839 gründete BOURLET (Mémoires sur les Podures. Mém. Soc. Sciences, Agric. Lille, T. 1) das Genus *Hypogastrura* für s e i n e *Podura aquatica* L., deren Beschreibung er 1842 (Mémoire sur les Podurelles. Mém. Soc. Agric. Déptm. Nord Douai.) fast wörtlich für seine *Hypogastrura murorum* abdruckt, nachdem ihm offenbar seine unrichtige Bestimmung von 1839 klar geworden war; es wird somit *Hypogastrura aquatica* BOURLET 1839 synonym mit *H. murorum* BOURLET 1842. Diese Art gehört zur Gattung *Achorutes* im jetzigen Sinne. Man identifiziert sie allgemein mit *A. viaticus* TBG., zu der auch *Achorutes dubius* TEMPLETON 1835 mit sehr viel Wahrscheinlichkeit gezogen wird. Eliminiert man, da die Gattung *Achorutes* von TEMPLETON keinen Typus erhielt, aus der ursprünglichen Gattung die Art, für die zuerst ein neues Genus eruiert wurde, so bleibt als Typus der Gattung *Achorutes* TEMPLETON die Art *muscorum* TEMPL., die heute *Neanura muscorum* (TEMPL.) heißt; denn GERVAIS diagnostizierte erst 1842 sein Genus *Anoura* (Typus *tuberculata* NIC.) und KOCH 1840 seine etwas zweifelhafte Gattung *Blax* (*ater* KOCH). Da *Achorutes* das Fehlen des Sprungvermögens bedeutet, trifft auch rein sprachlich der Name für *muscorum* TEMPL. allein zu und nicht für die jetzige Gattung *Achorutes*, deren Vertreter sämtlich springen können. Das Resümee lautet:

a) 1835 ***Achorutes*** TEMPLETON
Typus (durch Elimination gewonnen): *muscorum* TEMPLETON.
= 1840 *? Blax* KOCH.
1841 *Achorutes* NICOLET.
1842 *An[o]ura* GERVAIS.
1893 *Neanura* MACGILLIVRAY.

b) 1906 ***Achorutinae*** nom. nov. (nec BÖRNER 1901)
= 1873 *Anouridae* LUBBOCK a. p.
1901 *Neanurinae* BÖRNER.

c) 1839 ***Hypogastrura*** BOURLET
Typus: *murorum* BOURLET 1842 = *viatica* TULLBERG.
1835 *Achorutes* TEMPLETON a. p.
1840 *Podura* NICOLET.

Organe vorläge! Die Reibplatte der Mandibeln ist allerdings reduziert, desgleichen hat deren relative Größe abgenommen, und ist ihre Insertion an der Schädeldecke abgeändert, bisweilen fehlt sie sogar vollständig. Aber im übrigen zeigen die Mundteile eine in den Endgliedern der Reihe vollkommen erreichte Anpassung an eine stechend-saugende Lebensweise, die nimmermehr als eine Reduktionserscheinung abgetan werden kann. Was sagt WAHLGREN, der in seiner Vereinigung der Achorutinen und Neanurinen (exkl. *Neanura*) ÅGRENs Vorschlag beitritt, ohne dies zu erwähnen, dazu, daß *Odontella, Pseudachorutes* und *Ceratrimeria* einen *Neanura*-Darm besitzen, daß alle meine *Neanurinae* (mit Ausnahme der winzigen *Friesea mirabilis* und *Micranurida*) einen dreilappigen retraktilen Sinneskolben am Antennenendgliede besitzen, der den Achorutinen ganz fremd ist? *Neanura* und die sich um sie gruppierenden Gattungen bilden allerdings einen selbständigen Zweig, dem Tribusrang zuerkannt werden kann, aber sicher auch n u r e i n e n Z w e i g des Neanurinenstammes, dessen Wurzel *Anurida* und *Chondrachorutes* relativ nahe stehen. Unfaßlich ist es mir, wie WAHLGREN *Pseudachorutides* BECKER in Beziehung zu *Podura* L., TBG. bringen kann. Da sind *Gnathocephalus aureofasciatus* HARVEY und *Ceratrimeria maxima* (SCHÖTT) bessere Vergleichsobjekte, und wie die Form des Mucro auch in dieser Gruppe wandelbar ist.

Es würden diese Änderungen naturgemäß eine Umbenennung der Familie der *Achorutidae* CB. und ihrer typischen Unterfamilie *Achorutinae* CB. im Gefolge haben. Hierzu mag ich mich aber nicht entschließen, wenn ich auch 1901 diese Namen eingeführt habe, da sie die d e m B a u n a c h t y p i s c h e Gattung der Gruppe bezeichnen. Prioritätsrechtlich wird es wohl richtiger sein, wenn ich in diesem Falle auf den alten, zuerst von LUBBOCK (1873) enger umgrenzten Namen *Poduridae* zurückgreife, obschon er im Laufe der Zeit eine Reihe begrifflicher Wandlungen durchgemacht hat. Es würde dann heißen:

1906 ***Poduridae*** LUBBOCK—BÖRNER
= 1873 *Poduridae* LUBBOCK a. p.
1872 *Lipurinae* TULLBERG a. p.
1898 *Aphoruridae* STSCHERBAKOW a. p.
1901 *Achorutidae* BÖRNER.

3. 1843 stellte TEMPLETON (Transact. Entomol. Society London, Vol. III, Part IV, p. 302, Anmerkung) die Gattung *Ptenura* („with long antennae of four articulations, the third not longer than the fourth, which distinguishes them from *Pod. plumbea*") für seine *Podura nitida, nigromaculata, albocincta* und *P. grisea* FAB. auf. Eine Aufteilung dieser Gattung, deren vier Arten zu vier heutigen Gattungen gehören, hat bisher nicht stattgefunden, was ich hiermit nachhole. *Grisea* gehört zu *Isotoma* BOURLET 1839, *nitida* zu *Heteromurus* WANKEL 1860, *albocincta* zu *Entomobrya* RONDANI 1860 und *nigromaculata* zu *Sira* LUBBOCK 1869. Wir haben also die Wahl zwischen den drei letztgenannten. Auf *Heteromurus* mit fünfgliedrigen Fühlern paßt die Diagnose nicht; *Entomobrya* als typische Gattung einer Familie bleibt besser unverändert; es fällt somit *Sira* LUBBOCK (1869) als Synonym zu ***Ptenura*** TEMPLETON-BÖRNER (1843, 1906).

beweist *Odontella* zur Genüge. Die Länge der Dentes ist nicht so sehr die Eigentümlichkeit der Gattung *Podura* als ihre Krümmung und Ringelung in ihrer Endhälfte; die vermisse ich aber bei *Pseudachorutides*, wie überhaupt bei allen anderen Poduriden, und BECKER (1905) erwähnt dies ausdrücklich für sein offenbar nahe mit *Pseudachorutes* verwandtes Genus. Finden wir keine anderen Kriterien, so sind die Neanurinen nur als phyletische Einheit aufzufassen, jünger als der archaistische Zweig der Achorutinen (Hypogastrurinen).

Über die Zugehörigkeit von *Tetracanthella*, *Uzelia* (+ *Pentapleotoma*) und *Proctostephanus* (der ja von *Cryptopygus* generisch kaum zu trennen ist) zu den Isotominen oder auch Anurophorinen brauche ich kein Wort weiter zu verlieren. „Analdornen" und „gekörnelte Haut" hätten WAHLGREN nicht so verlocken dürfen. Ich weise nur kurz auf das Pronotum (bei Poduriden stets behaart, bei Entomobryiden stets unbehaart), die Bildung der Furca und ihrer Basalsclerite oder bei Fehlen der Furca auf diese allein, die echt anurophorine Reduktion des Analsegmentes, das Postantennalorgan, das Fehlen der Intersegmente und den feineren Bau des Integumentes, bei dem Tergite normal erhalten geblieben sind, hin, um ihren Poduridencharakter zu negieren. Die Anurophorinen sind eben, wie bereits gesagt, nicht aus den Poduriden hervorgegangen, ihre gegenseitige Verwandtschaft beruht vielmehr nur auf der Abstammung von den gleichen Ahnen. —

Endlich bleibt mir noch eine Verneinung der WAHLGRENschen *Lepidocyrtinae* übrig. So sehr hätte über dem Fehlen oder Vorhandensein der Schuppen der übrige Körperbau, Antennengliederung, Dentalgliederung usw. nicht vernachlässigt werden dürfen. Den Bau der Klauenventralkante habe ich selbst 1903 schon als geringeren systematischen Wertes erkannt; ist er denn aber ein wesentlichstes Merkmal der Tomocerinen, dieser so eng umgrenzten Gruppe, zu der *Tomocerus niveus* JOSEPH und *T. Doderii* PARONA ja gar nicht gehören? Warum berücksichtigt WAHLGREN in keiner Weise meine über die abdominalen Sinnesborsten (Bothriotriche) der Entomobryiden gemachten Funde? Warum übersieht er als Unterschiede der *Tomocerinae* und *Entomobryinae* die Dentalgliederung und -ringelung, den Bau des Maxillenkopfes, des Mucro, des Haar- und Schuppenkleides? Kann die monophyletische Herkunft der „Squamosae" besser als durch *Dicranocentrus* widerlegt werden, dem ABSOLON (1904) seine systematische Stellung so trefflich zugewiesen hat? Die Trennung der *Isotominae* und *Entomobryinae* ist sehr schwer, aber ist eine deutlichere Sprache als die der abdominalen Bothriotriche nötig, um *Isotomurus* (und *Tomocerura*, dessen Sinneshaare ich leider nicht kenne, die aber jedenfalls als entomobryid befunden werden dürften) zu den Entomobryinen zu stellen, unter denen er mit *Tomo-*

cerura einen eigenen, archaistischen Tribus bildet? Auch *Axelsonia* CB.[1]) gehört hierher; sie aber hat nackte Bothriotriche, wie überhaupt nur nackte Haare, stimmt jedoch im Bau des Hinterleibes so sehr mit *Isotomurus* überein, daß für mich das Vorhandensein der abdominalen Bothriotriche in der typischen Zwölfzahl für die Begrenzung der fraglichen Gruppen ausschlaggebend ist. *Corynothrix* steht schon innerhalb der Entomobryinen, nur ist es schade, daß auch von ihm die Bothriotriche noch nicht bekannt sind. Des weiteren verweise ich auf die im folgenden gegebene Übersicht über das System der Collembolen, die die Familienmerkmale unberücksichtigt läßt. —

Ein Dogma ist mir mein Collembolensystem nicht; ich bin bestrebt, es stets nach bestem Können auszubauen, aber ohne Berücksichtigung aller systematisch verwertbaren Momente ist dies eben nicht möglich. Dank gebührt WAHLGREN, daß sein in einigen Punkten gewiß erfolgreiches Unternehmen Anlaß zu einer erneuten Prüfung der Phylogenie der Collembolen gegeben hat.

Tabellarische Übersicht über die Unterfamilien und Tribus der Collembolen.

Familie *Poduridae* LBK.-CB.

1. Mundwerkzeuge normal, kauend; Mandibeln mit einer aus zahlreichen feinen und gröberen Zähnchen gebildeten Reibplatte in ihrer Endhälfte, die in eine drei- bis fünfzähnige Spitze verlängert ist .... **2.**

1a. Mundwerkzeuge kauend oder stechend-saugend; Mandibeln relativ klein, ohne eigentliche Reibplatte, an der Spitze meist gezähnt, oder ganz fehlend. Retraktiler Sinneskolben an Antenne IV zumeist deutlich dreilappig .... **4.**

Unterfamilie *Achorutinae* BÖRNER.
(Typ. Gattung: *Achorutes* TEMPL.

2. Pseudocellen vorhanden. Mit oder ohne Sprungapparat. Antenne III mit Riechorgan, das aus zwei bis drei Sinneskegeln, den typischen Sinnesstäbchen, mit oder ohne äußere Papillen, und den zugehörigen Schutzborsten besteht. Antenne IV meist mit subapicaler Sinnesgrube, selten mit retraktilem Sinneskolben. Augen fehlen. Postantennalorgan allermeist vorhanden und gut entwickelt.

Unterfamilie *Onychiurinae* BÖRNER.
Typ. Gattung: *Onychiurus* GERV., CB.)

[1]) Diese Gattung ist außer durch ihre nackten abdominalen Bothriotriche u. a. durch das Fehlen des Postantennalorgans, durch spießförmige, halb anliegende Klauenlateralzähne und das Vorhandensein einer Gruppe kurzer, neben den ähnlich gestalteten Sinnesstäbchen des Antennalorgans III stehenden Sinneskegel (Riechkegel) gekennzeichnet. Typus: *A. thalassophila* CB. von Madagaskar, nahe verwandt mit *A. nitida* (Folsom) von Japan.

2a. Pseudocellen fehlend. Antenne III nur mit Sinnesstäbchen und Schutzborsten. Antenne IV mit einfachem retraktilen Sinneskolben, ohne subapicale Sinnesgrube. **3.**

3. Springgabel nicht über den Ventraltubus hinausreichend, Dentes annähernd gerade, nicht geringelt, oder Springgabel mehr weniger weit rückgebildet oder ganz fehlend. Mit oder ohne Empodialanhang. Mit oder ohne Postantennalorgan, dieses stets ziemlich einfach gebaut mit höchstens fünf rosettenartig angeordneten Tuberkeln. Mit oder ohne Augen. Kopf mehr weniger typisch prognath.

Unterfamilie ***Hypogastrurinae*** BÖRNER.
(Typ. Gattung: *Hypogastrura* BOURL., CB.)

3a. Springgabel über den Ventraltubus hinausreichend, Dentes in der Horizontalebene gekrümmt, endwärts einander wieder genähert, vor der Mitte mit einer undeutlichen Gliedfurche, endwärts geringelt. Augen dem Kopfhinterrand genähert. Postantennalorgan fehlt. Kopf hypognath. Klauen lang und schlank, ohne Empodialanhang.

Unterfamilie ***Podurinae*** BÖRNER.
(Typ. Gattung: *Podura* L., TBG.)

4. Sechstes Abdominalsegment klein; Valvula supraanalis gerundet, etwa halbkugelig endend. Mit oder ohne Furca, mit oder ohne Mandibel. Körper ohne segmental angeordnete Höcker. Postantennalorgan in seiner kompliziertesten Form aus in einer unregelmäßig ovalen oder elliptischen Rosette angeordneten einfachen Tuberkeln bestehend.

Tribus ***Pseudachorutini*** BÖRNER.
Typ. Gattung: *Pseudachorutes* TGB.)

4a. Sechstes Abdominalsegment relativ groß. Valvula supraanalis zweilappig, breit, über die beiden Valvulae infraanales mehr weniger weit nach hinten vorstehend. Körper meist mit Segmentalhöckern. Postantennalorgan in seiner kompliziertesten Form aus einem in zahlreiche kleine Körnchen aufgelösten Tuberkel gebildet.

Tribus ***Achorutini*** BÖRNER.
Typ. Gattung: *Achorutes* TEMPL.)

Familie ***Entomobryidae*** DT.

1. Keine allseitig gewimperten oder nackten, in ihrer ganzen Länge gleichmäßig dünnen, nicht geknöpften Bothriotriche. Haare ungewimpert, jedoch nicht selten serrat oder grob gefiedert. Klauenventralkante proximal nicht gespalten . . . . **2.**

1a. Allseitig gewimperte oder nackte, in ihrer ganzen Länge gleichmäßig dünne Bothriotriche in je zwei Paaren auf dem Tergit des zweiten bis vierten Abdominalsegmentes, selten auf dem vierten Segment drei Paare; ein Paar vielfach auf der Stirn. Tracheen fehlen . . . . **4.**

2. Kopf mehr weniger typisch prognath, von der Seite gesehen gerundet dreieckig, Fühler vor der Kopfmitte inseriert. Die Abdominalsegmente 3 und 4 annähernd gleich groß, das eine der beiden nie mehr als $1^1/_2$ mal länger als das andere. Wenn außer den Segmenten 5 und 6 auch 4 in ein Segment verschmolzen sind, bleibt das Tergit des dritten Segmentes normal gestaltet und ist nicht in der Rückenmitte erheblich verschmälert, auch ist dann keine Chitinleiste vorhanden, an der die Basalsclerite der Furca artikulieren. Furca bisweilen fehlend. Tracheen fehlen. Null bis vier Analdornen oder statt ihrer ein Dornenkranz auf dem fünften abdominalen Tergit . . **3.**

Unterfamilie ***Isotominae*** SCHÄFFER-BÖRNER.
(Typ. Gattung: *Isotoma* BOURL., CB.

2 a. Kopf hyprognath, oval-scheibenförmig, ziemlich flach, Fühler in der Kopfmitte inseriert. Die Abdominalsegmente 4—6 verwachsen, das Tergit des dritten in der Rückenmitte stark verschmälert, lateral nach hinten verlängert. Die Basalsclerite der Furca jederseits an einer die Rückenmitte nicht erreichenden Chitinleiste artikulierend. Kopftracheen vorhanden.

Unterfamilie ***Actaletinae*** BÖRNER.
(Typ. Gattung: *Actaletes* GIARD.)

3. After ventral gelegen, seine Öffnung also nach unten oder doch wenigstens schräg nach hinten und unten (*Folsomia*) gerichtet, jedenfalls nicht terminal gelegen. Subapicalpapille des Antennenendgliedes fehlt meist. Genitalsegment auf Kosten des Analsegmentes vergrößert, dieses meist sogar in jenem mit enthalten, auf dem Rücken glatt oder mit zwei bis vier Dornenpaaren oder einem Dornenkranz.[1]) Empodialanhang und Furca vorhanden oder fehlend.

Tribus ***Anurophorini*** (BÖRNER).
(Typ. Gattung: *Anurophorus* NIC., TBG.)

3 a. After terminal gelegen, seine Öffnung nach hinten gerichtet. Analsegment nicht selten mit dem Genitalsegment verwachsen, nicht aber im Sinne der Anurophorini reduziert. Leibesendring dornenlos. Empodialanhang und Furca stets vorhanden.

Tribus ***Isotomini*** BÖRNER.
(Typ. Gattung: *Isotoma* BOURL., CB.)

4. Drittes Abdominaltergit länger als das vierte, Körper-, Bein- und Fühlerhaare nicht federig bewimpert, Klauenventralkante einfach, Empodialanhang dreiflügelig, Schuppen längsgerippt . . . **5.**

Unterfamilie ***Tomocerinae*** SCHÄFFER.
(Typ. Gattung: *Tomocerus* NIC.)

4 a. Drittes Abdominaltergit kürzer als das vierte, die Mehrzahl aller Haare (also das eigentliche Haarkleid) federig bewimpert oder doch wenigstens die größeren Haare der Beine und des Hinterleibes bewimpert, nur selten das Haarkleid nackt (*Axelsonia*). Mit oder ohne Keulenborsten, mit oder ohne Schuppen, Klauenventralkante einfach oder proximal mit einer Rinne versehen (gespalten) . . . . **6.**

5. Dentes „geringelt", eingliedrig, Mucro klein, unbehaart; Antennenglieder 3 und 4 etwa gleich lang, ungeringelt. Tibiotarsen ohne Spatel- oder Trichterborsten.

Tribus ***Lepidophorellini*** (ABSOLON).
(Typ. Gattung: *Lepidophorella* SCHFFR.)

5 a. Dentes ungeringelt, zweigliedrig, Mucro langgestreckt, dicht behaart. Drittes Antennenglied verlängert, bedeutend größer als das vierte Glied, beide geringelt. Tibiotarsen meist mit je einer Trichterborste oberhalb der Klaue. Eingliedriger, muskelloser Tarsus zumeist abgeschnürt.

Tribus ***Tomocerini*** BÖRNER.
(Typ. Gattung: *Tomocerus* NIC.)

[1]) Ein Vergleich von *Proctostephanus*, *Tetracanthella* und *Cryptopygus* macht es wahrscheinlich, daß die Analdornen dieser Anurophorinen dem Genitalsegment angehören, also denen der Poduriden nicht gleichwertig sind. Die Zugehörigkeit von *Folsomia* WLLM. zu den *Anurophorini* ist noch nicht definitiv entschieden.

6. Mucrones länger als die eingliedrigen ungeringelten Dentes, Dentes endwärts mit einem Paar lateraler Haken und langen dorsalen Fiederborsten. Klauenventralkante einfach? Klauen mit einem stachelartigen, lateral gelegenen Proximalzahn. Empodialanhang Isotoma-artig, desgleichen die Fühler. Viertes Leibessegment wenig länger als das dritte. Tibiotarsen des zweiten Paares mit einem hoch ansitzenden Keulenhaar. Schuppen vorhanden.

Unterfamilie ***Oncopodurinae*** CARL ET LEBEDINSKY.[1])
(Typ. Gattung: *Oncopodura* CARL ET LEBED.)

6a. Mucrones stets erheblich kürzer als die Dentes: diese endwärts ohne laterale Haken . . . . **7.**

Unterfamilie ***Entomobryinae*** SCHÄFFER-BÖRNER.
Typ. Gattung: *Entomobrya* ROND.)

7. Keine Keulenborsten auf Thorax oder Abdomen. Klauenventralkante einfach. Empodialanhang dreiflügelig. Kopf ohne Bothriotriche. Tibiotarsen ohne Spatelborste oberhalb der Klaue. Postantennalorgan meist vorhanden, mitunter sehr reduziert.

Tribus ***Isotomurini*** BÖRNER.
(Typ. Gattung: *Isotomurus* CB.)

7a. Bewimperte Keulenborsten auf dem Thorax oder auch auf dem Abdomen vorhanden; wenn sie fehlen, sind Schuppen vorhanden. Postantennalorgan fehlt. Tibiotarsale Spatelborste meist als solche ausgebildet, selten ohne Spatelung . . . . **8.**

8. Dentes schlank, dorsal abzüglich der Basis und Spitze geringelt, d. h. mit endwärts schmäler werdenden, unbehaarten, lückenlos aneinander gereihten, gewölbten Spangen bedeckt, in der Rückenansicht mithin gestreift erscheinend. Mucro klein, höchstens mit Apical-, Anteapicalzahn und Basaldorn, massiv. Klauenventralkante allermeist gefurcht. Empodialanhang vierflügelig.

Tribus ***Entomobryini*** BÖRNER.
(Typ. Gattung: *Entomobrya* ROND.)

Hier bilden eine besondere Gruppe noch die ***Orchesellini*** BÖRNER, bei denen das erste oder die beiden ersten Antennenglieder sekundär zweiteilig sind.

8a. Dentes „ungeringelt" . . . . **9.**

9. Dentes ohne Doppelreihe dorsaler Wimperschuppen, dorsal und dorsolateral gleichmäßig behaart. Empodialanhang vierflügelig, wie bei den Entomobryini, Klauenventralkante mit gleichartigen Proximalzähnen, Mucro kräftig, mit ungleichartiger Innen- und Außenkante. Bildung des dritten und vierten Abdominalsegmentes wie bei den Entomobryini. Mit oder ohne Schuppen.

Tribus ***Paronellini*** BÖRNER.
(Typ. Gattung: *Paronella* SCHÖTT.)

9a. Dentes mit Doppelreihe dorsaler Wimperschuppen, Empodialanhang dreiflügelig, Klauenventralkante mit stachelartigem vorderen Proximalzahn, hinterer Proximalzahn klein oder fehlend. Augen fehlen.

Tribus ***Cyphoderini*** BÖRNER.
(Typ. Gattung: *Cyphoderus* NIC., Tbg.)

[1]) Die Stellung dieser Gruppe ist noch zweifelhaft. Handelt es sich vielleicht um einen Vorläufer der *Cyphoderini* oder gehört sie zu 1 dieser Tabelle?

Familie *Sminthuridae* LBK.

1. Ventralsäcke bezw. -schläuche glattwandig, ohne Warzen. Segmentierung des Thorax, bisweilen auch der vorderen Leibesringe, durch Integumentfurchen angedeutet, selten obsolet. Corpus tenaculi mit Seitenanhang an der Basis der Rami. Integument granuliert. Tracheen (immer?) vorhanden.

Unterfamilie ***Sminthuridinae*** BÖRNER.
(Typ. Gattung: *Sminthurides* CB.)

1a. Ventralsäcke bei erwachsenen Tieren mit warzigen Wänden, in den ersten Häutungen glattwandig. Antennen deutlich gekniet. Thoracale und abdominale Segmentierung (abzüglich der beiden hintersten Leibesringe) obsolet, selten wie bei 1 angedeutet . . . . **2.**

2. Antennen zwischen dem dritten und vierten Gliede gekniet, Glied 4 länger als 3, meist sekundär gegliedert, Glied 3 stets einfach. Furcalsegment ohne eigentliche Dorsalpapillen. Genitalsegment mit einem Paar Bothriotriche, selten bei erwachsenen Tieren ohne diese. Ventralkante der Klauen ohne oder mit einem Zahn. Corpus tenaculi ohne Seitenanhang an der Basis der Rami. Integument selten granuliert, meist ganz oder partiell gefeldert. Tracheen vorhanden.

Unterfamilie ***Sminthurinae*** BÖRNER.
(Typ. Gattung: *Sminthurus* LATR., CB.

2a. Antennen zwischen dem zweiten und dritten Gliede gekniet. Glied 4 kleiner als 3, beide Glieder oder nur Glied 3 bisweilen sekundär gegliedert. Furcalsegment mit einem Paar Dorsalpapillen, auf denen je eine Bothriothrix steht, in den ersten Häutungen ohne diese. Anogenitalsegment meist mit zwei Paaren kurzer Bothriotriche. Ventralkante der Klauen deutlich oder obsolet zweizähnig. Tracheen fehlen. Integument granuliert. Corpus tenaculi wie bei 1.

Unterfamilie ***Dicyrtominae*** BÖRNER.
(Typ. Gattung: *Dicyrtoma* BOURL., CB.)

Die Verteilung der bisher bekannten und der hier neu aufgestellten Collembolengattungen auf das System wäre somit folgende:

Subordo Arthropleona CB.

Familie Poduridae LBK.-CB.

Subfamilie Podurinae CB.

Genus *Podura* L., TBG.

Subfamilie Hypogastrurinae CB.

Genera: *Hypogastrura* BOURL., CB. (+ *Mesachorutes* ABSLN., *Schaefferia* ABSLN., *Schoettella* SCHFFR.), *Xenylla* TBG., *Willemia* CB., *Triacanthella* SCHFFR. (+ *Triacanthurus* WLLM.), (?) *Brachysius* MACG.

Subfamilie Onychiurinae CB.

Genera: *Tetrodontophora* RT., *Onychiurus* GERV., CB. (+ *Protaphorura* ABSLN., *Kalaphorura* ABSLN., *Absolonia* CB.), *Tullbergia* LBK., CB. (+ *Stenaphorura* ABSLN.). (Hierher auch *Podurhippus* Mégnin, der mit *Onychiurus* zusammenfällt.)

Subfamilie Achorutinae CB.

Tribus Pseudachorutini CB.

Genera: *Anurida* LABOULB. (+ *Aphoromma* MACG. und *Anuridella* WLLM.), *Micranurida* CB. (= *Boerneria* AXLSN., *Paranura* AXLSN.), *Friesea* DT. (= *Pseudotullbergia* SCHFFR. [*Achorutides* WLLM.], *Polyacanthella* SCHFFR., ?*Oudemansia* SCHTT.), *Pseudachorutes* TBG. (= ?*Gnathocephalus* MACG.), ? *Pseudachorutides* BECKER, *Pseudanurida* SCHÖTT (+ ? *Brachystomella* ÅGREN), *Chondrachorutes* WHLGRN., *Ceratrimeria* nov. gen., *Odontella* SCHFFR. (= *Xenyllodes* AXLSN.).

Tribus Achorutini CB.

Genera: *Protanura* nov. gen. (+ *Morulina* sg. n.), *Achorutus* TEMPL., CB. (+ *Gnatholonche* sg. n., *Lobella* sg. n., *Acanthanura* sg. n.), (?) *Biclavella* WLLM., *Holacanthella* nov. gen.

Familie Entomobryidae DT.

Subfamilie Isotominae SCHFFR., CB.

Tribus Isotomini CB.

Genera: *Proisotoma* (CB.) (+ *Ballistura* sg. n., *Isotomina* CB.), *Guthriella* nov. gen., *Ågrenia* nov. gen., *Isotoma* BOURL., CB. (+ *Vertagopus* sg. n.).

Tribus Anurophorini CB.

Genera: *Folsomia* WLLM., *Cryptopygus* WLLM., *Proctostephanus* CB., *Tetracanthella* SCHTT., *Uzelia* ABSLN. (= *Pentapleotoma* CB.), *Anurophorus* NIC., TBG.

Subfamilie Actaletinae CB.

Genus: *Actaletes* GIARD.

Subfamilie Oncopodurinae CARL ET LEBED.

Genus: *Oncopodura* CARL ET LEBED.

Subfamilie Tomocerinae SCHFFR.

Tribus Lepidophorellini (ABSLN.).

Genus: *Lepidophorella* SCHFFR.

Tribus Tomocerini CB.

Genera: *Tomocerus* NIC., *Tritomurus* FRAUENFELD.

Subfamilie Entomobryinae SCHFFR., CB.

Tribus Isotomurini CB.

Genera: *Axelsonia* CB., *Isotomurus* CB., *Tomocerura* WAHLGREN (= *Alloschaefferia* CB.).

Tribus Entomobryini CB.

Genera: *Corynothrix* TBG., *Entomobrya* ROND. (+ *Homidia* sg. n., *Sinella* BROOK), (?) *Typhlopodura* ABSLN., *Ptenura* TEMPL., CB. (= *Sira* LBK.), *Pseudosira* SCHÖTT (+ *Mesira* STSCHERBAKOW [= *Lepidocyrtinus* CB.]), *Lepidocyrtus* BOURL. (inkl. *Pseudosinella* SCHFFR., + *Acanthurella* sg. n.).

Tribus Orchesellini CB.

Genera: *Orchesella* TEMPL., *Dicranocentrus* SCHTT., *Heteromurus* WANKEL (+ *Verhoeffiella* ABSLN., *Alloscopus* sg. n.), ? *Strongylonotus* MACG.

Tribus Paronellini CB.

Genera: *Cremastocephalus* SCHTT., *Campylothorax* SCHTT., *Paronella* SCHTT. (+ *Callyntrura* sg. n.).

Tribus Cyphoderini CB.

Genus: *Cyphoderus* NIC., TBG.

Subordo Symphypleona CB.

Familie Neelidae FLSM.

Genera: *Megalothorax* WILLEM, *Neelus* FOLSOM.

Familie Sminthuridae LBK.

Subfamilie Sminthuridinae CB.

Genera: *Sminthurides* CB. (+ *Stenacidia* sg. n.), *Sminthurinus* CB., *Arrhopalites* nov. gen., *Katianna* nov. gen.

Subfamilie Sminthurinae CB.

Genera: *Bourletiella* (BANKS) CB. (+ *Rastriopes* sg. n.), *Sminthurus* LATR., CB., *Allacma* nov. gen., *Sphyrotheca* nov. gen. (+ *Lipothrix* sg. n.).

Subfamilie Dicyrtominae CB.

Genera: *Dicyrtoma* BOURL., CB., *Dicyrtomina* (CB.), *Ptenothrix* nov. gen.

Neue Collembolen des Hamburger Museums.

Der Liebenswürdigkeit der Herren Professor Dr. K. KRAEPELIN und Dr. CAESAR SCHÄFFER habe ich es zu danken, daß mir die noch unbestimmten Collembolen des Hamburger Museums zur Bearbeitung anvertraut wurden. Es sind hierin Arten aus den verschiedensten Erdgegenden vertreten.

Sehr interessantes Material sammelte im Frühjahr 1904 Herr Professor KRAEPELIN auf Java; mehrere neue Formen finden sich unter den Collembolen, die mit lebenden Pflanzen und der Erde, in der diese wuchsen, aus Mittel- und Südamerika an die Station für Pflanzenschutz in Hamburg gelangt und von dieser Herrn Dr. SCHÄFFER übergeben worden sind; endlich sind einzelne, wohl nur gelegentlich gemachte Funde verschiedener Forscher von Interesse.

Es ist die vorliegende Mitteilung nur als eine vorläufige aufzufassen. Das javanische Material gedenke ich in dieser Zeitschrift noch ausführlich zu behandeln, während ich von den anderen Formen detaillierte Beschreibungen und Abbildungen in meiner in Vorbereitung stehenden Monographie der Collembolen geben werde.

Familie Poduridae.

Unterfamilie Hypogastrurinae.

Gattung Hypogastrura BOURL.

Hypogastrura rehi nov. spec.

Granulation des Integumentes grob, um die Analdornen herum noch kräftiger. Borsten stark, leicht gebogen, schwach serrat. 8 + 8 Ommen. 5 + 5 Postantennaltuberkel, jedes etwa so groß wie ein Omma. Antenne III mit zwei Riechhaaren wie bei Pseudachoruten und Neeliden, Antenne IV oben mit sieben, unten außen mit vier Riechhaaren, am Ende mit Sinneskolben und Ringborste. Klauen hinter der Mitte mit einem Zahn, Lateralzähne schwach; Praetarsalborste auffallend lang. Empodialanhang borstenförmig, stets kürzer als die Klaue. Tibiotarsen mit einem sehr langen Keulenhaar. Analdornen sehr klein, ziemlich gerade, etwa dreimal so lang wie die umstehenden Granula. Mucro mit Hakenspitze, blattförmig, anscheinend ohne Innenlamelle, Außenlamelle ganz gerade, vor der Hakenspitze aufhörend, hier daher eine Kerbe vortäuschend. Dentes mit sieben Borsten, deren eine basale sehr lang ist; dorsale Granula sehr hoch, etwa in fünf Reihen angeordnet; Dens: Mucro = $2^1/_4$: 1. Gestalt etwas plump, an *Pseudachorutes* erinnernd. Länge: 1 mm. Blaugraues Pigment fleckig verteilt (das einzige Exemplar in der Farbe nur schlecht erhalten).

Ypiranga bei Saõ Paolo. 17. VII. 1896. Dr. L. REH leg.

Unterfamilie Achorutinae.

Tribus *Pseudachorutini*.

Gattung Pseudachorutes TBG.

Pseudachorutes asper nov. spec.

Hautkörner ähnlich wie bei *Anurida granaria* NIC. ziemlich groß, weitläufig und zugespitzt, im optischen Querschnitt wie kleine Zähne aussehend. Behaarung sehr kurz und sehr spärlich, Keulenhaare fehlen, auch an den Tibiotarsen; zwei Paar lange Borsten auf Thorax II bis Abdomen VI. 8 + 8 Ommen, Proximalommen sehr klein. 5 + 5 rosettenartig angeordnete Postantennaltuberkel, Durchmesser jedes Tuberkels so groß wie die Entfernung der beiden vorderen Ommen plus deren Durchmesser. Klauen im basalen Drittel mit großem Ventralzahn, Lateralzähne sehr undeutlich. Mundbildung äußerlich wie bei *Friesea* DT. Furca ohne besondere Kennzeichen.

Gestalt kurz, breit, hinten breit gerundet, Analsegment von oben etwas sichtbar. Länge 0,9 mm. Färbung grauviolett. Ein Vertreter der Gattung *Brachystomella* Ågren?

An Orchideen von Saõ Francisco, Brasilien. Station für Pflanzenschutz, Hamburg. 20. XII. 1898.

Gattung Ceratrimeria gen. nov.

Drittes und viertes Antennenglied verwachsen, an der Basis außenseitlich mit einer Falte, die um so eher eine Gliedgrenze vortäuscht, als sie die verschiedenartige Behaarung dieses langgestreckten Gliedes abteilt. Die Sinnesstäbchen des Antennalorgans III sitzen aber ziemlich endwärts auf dem Endteil, jedes in einer besonderen Grube, sind ziemlich lang und gekrümmt, im rechten Winkel zu einander stehend. Retraktiler Sinneskolben an Antenne IV sehr klein, dreilappig. Gebogene Riechhaare dorsal, sehr kurze Haare ventral in der ganzen Ausdehnung des Endabschnittes, sonst noch Spitzborsten.

Mundteile in einem langen, spitzen Kegel endend, Mandibeln anscheinend fehlend. Maxillenköpfe nadelförmig, längsgespalten (?). Paraglossen ebenfalls stiletförmig. Furca vorhanden. Ventraltubus sehr breit und flach. Klauen mit breiten Seitenlamellen, die in einen großen Lateralzahn enden; Empodialanhang fehlt. Analdornen fehlen. Postantennalorgan vorhanden, etwa wie bei *Anurida tullbergi* SCHTT. gestaltet. Körper sehr verbreitert, Intersegmente tief abgeschnürt an Thorax II bis Abdomen III, an Abdomen IV kaum differenziert. Außerdem tiefe Querfurchen auf Thorax I bis Abdomen IV: große Paratergitfelder deutlich abgegrenzt. Analsegment von oben nicht sichtbar, klein, dreilappig; Genitaltergit von hinten eingebuchtet, ein zweilappiges Körperende vortäuschend.

Ceratrimeria maxima (SCHÖTT).

= *Schöttella maxima* SCHÖTT.

Tjiboda auf Java. KRAEPELIN leg. 25.—28. III. 1904.

Tribus *Achorutini*.

Gattungsübersicht.

1. Maxillenkopf ähnlich wie bei Anurida, mit einem grobgezähnten Hauptstück und zwei bis drei feingezähnten, zarten Lamellen sowie einem basalen, endwärts gerichteten Lappen, selten ohne diesen. Sinnesborsten wie bei Achorutes s. str.

Genus ***Protanura*** gen. nov.
(Typus: *P. quadrioculata* [CB.])

a) Sechstes Abdominaltergit von oben sichtbar, nicht unter dem fünften Tergit versteckt, Postantennalorgan fehlt.

Subgenus ***Protanura*** s. str.
(Typus: *P. quadrioculata* [CB.])

aa) Sechstes Abdominaltergit von oben nicht sichtbar, unter dem fünften Tergit versteckt, klein. Postantennalorgan aus einem feinhöckerigen, flachgewölbten Höcker gebildet.

Subgenus ***Morulina*** subg. nov.
(Typus: *P. gigantea* [TBG.])

1 a. Maxillenkopf nadelförmig, zahn- und lamellenlos, höchstens an der Basis mit dem auch bei 1. vorhandenen, hier zahnartigen Lappen.

Genus ***Achorutes*** TEMPL., CB.
(Typus: *A. muscorum* TEMPL.)

a) Dorsale Reihe der thoraco-abdominalen Setae sensuales fehlend, desgleichen fehlen Segmenthöcker oder deren äquivalente Sclerite.

Subgenus ***Gnatholonche*** subg. nov.
(Typus: *A. lipaspis* n. sp.)

aa) Dorsale Reihe der thoraco-abdominalen Setae sensuales vorhanden (von Thorax II – Abdomen V) . . . . b.

b) Am fünften Abdominaltergit ist der Medialhöcker jederseits mit dem Dorsolateralhöcker verschmolzen, der seinerseits meist mit dem Lateralhöcker verbunden ist. Der so entstandene große Seitenhöcker trägt dorsal nahe seiner Innengrenze eine Seta sensualis, ventral eine weitere, das fünfte Segment mithin zwei Paar Setae sensuales. Postantennalorgan fehlt meist (immer?).

Subgenus ***Achorutes*** s. str.
(Typus: *A. muscorum* TEMPL.)

Die Arten dieser Untergattung gruppieren sich weiter nach der Größe des Analtergits (ob frei von oben sichtbar oder unter dem fünften Tergit versteckt), der Selbständigkeit oder Verschmelzung des Dorsalhöckers des fünften Abdominaltergits mit dem Seitenhöcker, der Trennung oder gegenseitigen Verschmelzung der genannten Dorsalhöcker; doch unterlasse ich es einstweilen, hier eine weitere Aufteilung eintreten zu lassen, da erst zu wenige Arten dieser Tribus bekannt geworden sind und möglicherweise später meine Subgenera in Genera verwandelt werden müssen.

bb) Auf dem fünften Abdominaltergit bleibt der Medialhöcker jederseits selbständig und trägt eine Seta sensualis. Der mit dem Lateralhöcker verschmolzene Dorsolateralhöcker trägt dorsal und ventral je eine Seta sensualis, das fünfte Abdominaltergit mithin drei Paare. Die Lateral- und Dorsolateralhöcker sind am ersten bis vierten Abdominaltergit zapfenartig nach hinten verlängert, weniger verlängert sind die Medialhöcker am zweiten bis vierten Abdominaltergit.

Subgenus ***Lobella*** subg. nov.
(Typus: *A. sauteri* n. sp.[1])

Nicht einzureihen vermag ich in diese Übersicht die von LUBBOCK (1899) beschriebenen australischen *Anoura*-Arten. „*Anoura tasmaniae*“ gehört möglicherweise zu *Achorutes* s. str., dürfte hier aber eine eigene Sektion bilden, bei der das Analtergit unter dem Genitaltergit versteckt ist. Es ist zu bedauern, daß LUBBOCK sich über die Bildung der Mundteile ausschweigt, sodaß es augenblicklich unmöglich ist, die Arten den von mir unterschiedenen Gattungen zuzuteilen. — So muß einstweilen auch die Stellung der „*Anoura Dendyi*“ zweifelhaft bleiben, die aber durch ihre stachelartigen Anhänge am Kopfhinterwulst und allen Thorocal- und Abdominalsegmenten (mit Ausnahme des Afterringes) eine so fremdartige Gestalt angenommen hat, daß sie zum wenigsten als eine Untergattung abzutrennen ist, für die ich den Namen ***Acanthanura*** vorschlage. Dies Subgenus ist durch seine Stachelanhänge, die am zweiten

[1]) Die Art sei vorläufig durch die Merkmale der Untergattung gekennzeichnet. Sie stammt aus Japan, gesammelt von Herrn HANS SAUTER (1905).

und dritten Brustring seitlich in je zwei Paaren stehen, die Reduktion des Analsegmentes (unter Tergit V versteckt), die Verschmelzung der Tuberkel des Genitalsegmentes in 1 Paar langer Stacheln, und andere Merkmale genügend charakterisiert. Im Hinblick auf *Lobella sauteri* stelle ich *Acanthanura Dendyi* (LUBBOCK) provisorisch zur Gattung *Achorutes*. — Ganz isoliert steht *„Anoura spinosa"*. LUBBOCKs Abbildung gibt keinen sicheren Aufschluß über die Bildung des Analtergits, und gerade sie ist wichtig zur Entscheidung der Zugehörigkeit dieses Collembols zu den Achorutinen; ist das Analtergit einfach, wie bei den Pseudachorutini, so ist ihre Stellung unter den „Anouren" nicht mehr zu halten. Jedenfalls repräsentiert sie durch ihr Stachelkleid, das sich bis auf die beiden Grundglieder der Fühler ausdehnt, eine selbständige, ganz abseits stehende Gattung, die einstweilen bei den *Achorutini* Unterkunft finden möge; ihr Name sei ***Holacanthella*** gen. nov.

WILLEMs Gattung ***Biclavella*** (*pallida* WILLEM, 1902) gehört vielleicht in die *Achorutes*-Gruppe, doch vermag ich z. Z. seine systematische Stellung nicht näher zu begrenzen. Ich halte es hingegen für sehr zweifelhaft, daß die auf dem „Augenhöcker" liegenden zwei Postantennalorgane jederseits, die zwei Ommatidien äußerlich sehr ähnlich sind, diesem Organe anderer Arthropleona entsprechen. Viel eher möchte ich glauben, daß die vermeintlichen beiden Postantennaltuberkel in Wirklichkeit rudimentäre unpigmentierte Ommen sind, wie ich sie auch bei anderen Achorutinen, sogar in der Dreizahl, beobachten konnte. Auffallend ist der Bau des Darmtraktus bei *Biclavella*, deren Identität mit *„Neanura patagonica* WAHLGREN" ich übrigens noch nicht für ausgeschlossen halten möchte. —

Zur Erläuterung der obigen Gattungsübersicht sei noch bemerkt, daß die „Segmenthöcker" bei *Achorutes* und *Protanura* normaler Weise auf dem Rumpfe folgendermaßen verteilt sind: Auf Thorax I bis Abdomen IV dorsal 2 + 2 Reihen, von denen die Höcker der mittleren (Dorsalhöcker) außer den üblichen Borsten keine, die der seitlichen (Medialhöcker) auf Thorax II und III am Innenrande, auf Abdomen I bis IV hinten am Außenrande je eine glatte, allmählich verjüngte Seta sensualis tragen. Die Thoracalsegmente differenzieren außerdem seitlich je einen Segmenthöcker (Dorsolateralhöcker), zu dem an der Subcoxa meist noch je einer hinzutritt (Lateralhöcker); unterhalb des Dorsolateralhöckers inseriert an Thorax II und III je eine lange Seta sensualis. Die Abdominalsegmente I bis IV besitzen ebenfalls Dorsolateral- und Lateralhöcker, doch sitzt die Seta sensualis unterhalb des Lateralhöckers. Nach der Lage der Setae sensuales läßt sich leicht die Art der Höcker bestimmen, wenn Reduktionen oder Verschmelzungen vorliegen. So ergibt sich, daß bei *A. muscorum* TEMPL. auf dem Genitaltergit die Dorsalhöcker für sich getrennt bleiben, die Medial-, Dorsolateral- und Lateralhöcker dagegen je zu einem großen Seitenhöcker verschmolzen sind, der dorsal wie ventral eine Seta sensualis trägt. Das sechste Abdominaltergit ist immer nur mit zwei Höckern ausgestattet, an denen ventral meist eine Sinnesborste gefunden wird. Höckerreihen in ungerader Zahl (cf. z. B. *A. patagonicus* WAHLGREN 1900, dem sieben zugeschrieben werden) kommen wahrscheinlich bei Achorutinen nicht vor.

Gattung Protanura gen. nov.

(Die Merkmale sind in der Gattungsübersicht angegeben.)

Protanura kraepelini nov. spec.

3 + 3 schwarz pigmentierte Ommen, die fast in einer Linie hintereinanderstehen. Postantennalorgan fehlt. Hinterer Kopfwulst mit 1 + 1 Höcker hinter den Augen. Dorsalhöcker fehlen am Rumpfe, Medialhöcker

sind sehr klein und stehen seitlich dicht neben den Dorsolateralhöckern. Die Lateralhöcker treten seitlich deutlich vor, die beiden Endhöcker des Analsegmentes stehen weit auseinander, getrennt bleiben Dorsolateral- und Lateralhöcker des Genitalsegmentes. Antennen gestreckt, Endglieder nicht viel dünner als das zweite Glied. Klauen mit kräftigem Ventralzahn und schwachen Lateralzähnen. Ober- und Unterlippe enden breit, Labrum gradrandig, Labium in der Mitte etwas eingezogen und mit einem kurzen vorspringenden Zahn versehen. Mandibeln kräftig, am Ende Anurida-artig, an der Spitze mit gezähneltem oberseitigen Anhang. Maxillenkopf ohne Basallappen. Granulation normal, nicht besonders hoch. Borsten mäßig lang, fast glatt, nur vereinzelt mit undeutlichen Rauhigkeiten. Fühler außer den Sinnesorganen und -haaren mit vielen ziemlich langen Spitzborsten. — Gelblichweiß. Länge bis 2,6 mm.

Buitenzorg auf Java. KRAEPELIN leg. 1. III. 1904.

Gattung Achorutes TEMPL., CB.

Untergattung *Gnatholonche* subg. nov.

Achorutes (Gnatholonche) lipaspis nov. spec.

2 + 2 pigmentlose Ommen. Postantennalorgan fehlt, desgleichen eigentliche Segmenthöcker. Lateralhöcker als Seitenlappen erkennbar. Sechstes Abdominaltergit zweilappig, vor diesen Lappen stehen die Seitenlappen des Genitalsegmentes. Am Prothorax gehen die Subcoxen ins Tergit über, sind aber am Meso- und Metathorax stark verbreitert und vom Tergit durch eine tiefe Furche abgeschnürt. An den Abdominaltergiten erkennt man seitlich die Dorsolateralhöcker als flache Buckel, die am vierten Segment die Laterallappen überragen, am Meso- und Metathorax ziemlich obsolet sind. Integument weitmaschig, feinlinig gefeldert. Granulation weitläufig und grob, Körner rund, nicht spitz. Behaarung sehr spärlich, Haare ziemlich lang, dünn und glatt. Dorsalreihe der Sinnesborsten fehlt. Klauen mit einem sehr großen Ventralzahn, Lateralkanten häutig, anscheinend zahnlos. Mundkegel sehr spitz. Färbung schmutzigweiß. Länge 2,8 mm.

Salak auf Java. KRAEPELIN leg. 26. III. 1904.

Untergattung *Achorutes* s. str.

Achorutes hirtellus nov. spec.

Verteilung der Granula wie bei *A. muscorum.* Analhöcker wenig vorstehend. Integumentkörner etwa wie bei *Protanura kraepelini*, einfach, nicht sonderlich hoch. Borsten kräftig und ziemlich lang. Namentlich die stumpfen Rückenborsten grob gefiedert. Klauen mit Ventralzahn, Lateralzähne scheinen zu fehlen. Mundhügel lang und spitz; 2 + 2 große

Ommen. Postantennalorgan fehlt. Die allmählich verjüngten Fühler am Endgliede mit relativ kurzen Riechhaaren; erstes Glied mit drei, zweites Glied mit einer stumpfen Fiederborste, beide außerdem mit langen, zart gewimperten Spitzborsten; Glieder 3 und 4 mit vielen, ziemlich langen, wenig gekrümmten zarten Spitzborsten. Färbung gelblichweiß. Länge bis fast 2 mm.

Buitenzorg, Botanischer Garten, gesiebt. KRAEPELIN leg. 2. III. 1904.

Familie Entomobryidae.

Unterfamilie Isotominae SCHFFR., CB.

Tribus *Isotomini* CB.

Gattungsübersicht.

1. Bei sechs- oder fünfgliedrigem Abdomen viertes Tergit in der Rückenmitte länger als das dritte. Paratergit des vierten Segmentes selbständig, d. h. nicht mit dem Tergit des Genitalsegmentes verwachsen. Das dritte Tergit ventrolateral nach hinten nicht erheblich verlängert . . . . **2.**

1a. Viertes Abdominaltergit selten so lang, meist kürzer als das dritte. Paratergit des vierten Segmentes stets an das fünfte Tergit angelegt oder mit diesem ganz ohne Naht verschmolzen; bei Streckung der Furca trennt die Paratergite des dritten und vierten Segmentes die mehr weniger weite Gelenkhaut; Tergit des dritten Segmentes ventrolateral stets mehr weniger erheblich nach hinten verlängert. Tibiotarsen ohne Tarsalabschnürung.

Genus *Isotoma* BOURL., CB.
(Typus: *I. viridis* BOURL.)

a) Tibiotarsen endwärts mit zwei bis drei, meist etwas gebogenen, abstehenden, geknöpften „Spürhaaren", Anal- und Genitaltergit für sich selbständig oder gegenseitig verwachsen.

Subgenus *Vertagopus* nov. subg.
(Typus: *I. cinerea* NIC.)

aa) Tibiotarsen ohne geknöpfte Spürhaare, sonst wie a.

Subgenus *Isotoma* s. str.
(Typus: *I. viridis* BOURL.)

2. Klauen ohne Tunica, Dentes ungeringelt oder geringelt, selten mit dorsalen halbkugeligen Beulen, Dentes vor der Spitze ohne Subapicalborste, d. h. eine steife, die Mucrones weit überragende Borste. Wenn die Dentes dorsal granuliert sind, ist das Manubrium ventral unbehaart . . . . **3.**

2a. Klauen mit basaler Tunica, Dentes dorsal mit in mehreren unregelmäßigen Längsreihen angeordneten, eine „Ringelung" vortäuschenden Granulis, ventral mit Chitinspangen, wie sie bei „geringelten" Dentes vorzukommen pflegen, Subapicalborste vorhanden, Mucro mit Lamellen, Manubrium ventral behaart, Tibiotarsen ohne Tarsalspange und ohne Keulenborsten, Anal- und Genitaltergit verwachsen, Antenne IV mit subapicaler Sinnesgrube.

Genus *Agrenia* gen. nov.
(Typus: *Isotoma bidenticulata* TBG.)

3. Sexualdimorphismus ausgeprägt, ♀ von normaler Isotoma-Gestalt, ♂ mit an dem seitlich erweiterten Furcalsegment sitzenden Dornenhaken und über Körper, Fühler und Beine verbreiteten Bürstenkeulen. Tibiotarsen ohne (?) Tarsaleinschnürung, Anal- und Genitaltergit verwachsen (?), Dentes dorsal granuliert wie bei den Poduriden (cf. auch 2 a), ohne Subapicalborste, ungeringelt, Manubrium ventral nackt (?), Mucrones mit dorsaler Innen- und Außenlamelle.

Genus *Guthriella* gen. nov.
(Typus: *Isotoma muskegis* GUTHRIE)

Vielleicht gehört in diese Verwandtschaft auch *Proisotoma carli* n. sp., die keinen Sexualdimorphismus entwickelt hat, aber granulierte Dentes und Mucrones wie der Typus der Gattung besitzt.

3 a. Ohne Sexualdimorphismus, ohne Bürstenkeulen.

Genus ***Proisotoma*** (CB).
(Typus: *Isotoma minuta* TBG.)

a) Sechs Abdominalsegmente:

α) Dentes ungeringelt (höchstens dorsal mit unregelmäßigen halbkugeligen Beulen [*I. inaequalis* SCHÄFFER]), endwärts kaum oder nicht verschmälert, Manubrium ventral meist unbehaart, sehr selten behaart (*I. schäfferi* KRAUSB.), Tibiotarsus mit endwärts abgeschnürtem Tarsushalbring, Mucro stets mit Lamellen, Antenne IV bisweilen mit subapicaler Sinnesgrube.

Subgenus ***Ballistura*** nov. subgen.
(Typus: *Isotoma schötti* DT.)

β) Dentes geringelt, d. h. mit längs aneinander gereihten Spangen, endwärts verschmälert, Manubrium ventral stets, doch nur an der Wurzel der Dentes behaart, Tibiotarsus meist ohne distale Tarsalspange, Mucro mit oder ohne Lamellen.

Subgenus ***Proisotoma*** s. str.
(Typus: *I. minuta* TBG.)

aa) Fünf Abdominalsegmente, Anal- und Genitaltergit verschmolzen, sonst wie a β.

Subgenus ***Isotomina*** CB.
(Typus: *I. ågreni* CB.

Gattung Proisotoma (CB.).

Untergattung *Isotomina* CB.

Proisotoma (Isotomina) pentatoma nov. spec.

Schmale schlanke Tiere. 8 + 8 Ommen, Proximalommen sehr klein. Postantennalorgan elliptisch, vorn gerade oder in der Mitte etwas eingebuchtet, nicht ganz zwei Ommendurchmesser lang. Klauen mit einem schwachen Ventralzahn dicht hinter der Mitte, Lateral- und Außenzähne fehlen. Empodialanhang innen breit gerundet, bisweilen hier mit einem Zähnchen, distal verjüngt und zugespitzt. Tibiotarsen mit einem sehr zarten Keulenhaar und schwacher Andeutung einer Tarsenabschnürung. Manubrium ventral mit zwei, selten drei oder vier langen Borsten an der Basis der Dentes. Dentes dorsal mit einigen abstehenden, ventral

mit halb anliegenden, kürzeren Haaren der Länge nach besetzt; ca. 18 bis 30 Densringelspangen. Mucro zweizähnig mit feinen Kanten, die vom Anteapicalzahn innen- und außenseitlich abgehen. Antennen länger als die Kopfdiagonale, Antenne III etwas kürzer als II, IV keulig, etwa doppelt so lang wie III. Abdominaltergit 4 deutlich länger als 3. Dentes fast doppelt so lang wie das Manubrium. After von oben sichtbar. Valvula supraanalis klein. Behaarung kurz, hinten nur wenig länger. Färbung gleichmäßig bläulichgrau, Bauchseite heller, Hinterränder vom Mesonotum bis zum zweiten Abdominaltergit sehr schmal dunkel gesäumt. Länge bis 1,4 mm.

An Orchideen von Saõ Francisco, Brasilien. Station für Pflanzenschutz. 20. XII. 1898.

Unterfamilie Entomobryinae SCHFFR., CB.

Tribus *Isotomurini* CB.

Gattung Isotomurus CB.

Isotomurus palustris (MÜLLER).

subsp. tricuspis n. ssp.

Unterscheidet sich von der Hauptart durch die ziemlich langen, anliegenden, einen halb so langen Außenzahn in die Mitte nehmenden Lateralzähne der Klauen, so daß an der Klauenoberseite eine Dreizackfigur entsteht. Diese Figur ist bei der Hauptart nicht ausgeprägt, indem der bisweilen doch vorhandene Außenzahn klein bleibt und nicht mit den Lateralzähnen durch eine jederseits rücklaufende Kante verbunden ist. Eine gewisse Überleitung zu der javanischen Form scheinen die sizilianischen und süditalienischen *Isotomurus palustris* zu bilden, worauf ich später eingehend zurückkommen werde. Körperfärbung im wesentlichen wie bei *I. p.* var. *balteata* Rt. Fühler mit schmalem Außenseitenstreif, viertes Glied ausgedehnter violett, Subcoxen und Hüftgrund außen fast schwarz. Knie leicht pigmentiert, diese Pigmentierung am Hinterbein auf dem Femur und Tibiotarsus ausgedehnter. Körperlänge bis 2,3 mm.

Botan. Garten von Buitenzorg, aus Moos gesiebt. KRAEPELIN leg. 8. II. 1904.

Tribus *Entomobryini* CB.

Gattung Entomobrya ROND.

Untergattung *Homidia* subg. nov.

Unterscheidet sich von *Entomobrya* s. str. durch bedornte Dentes und deutlich geringeltes viertes Antennenglied.

Entomobrya (Homidia) cingula nov. spec.

Kopf relativ groß, seine Diagonale so lang wie Mesonotum, Metanotum und das erste Abdominaltergit zusammengenommen. Drittes Abdominaltergit schmäler als das zweite, das vierte $6^1/_3$ mal länger als das dritte. Augen, Klauen und Mucro normal Entomobrya-artig. Behaarung nicht besonders dicht, normal. Dentes innen mit einer kurzen Reihe zarter dorsaler Dornen. Viertes Antennenglied geringelt, nicht ganz doppelt so lang wie das dritte, dieses etwa um $^1/_{11}$ länger als das zweite, dessen Länge das erste Glied fast zu $^2/_3$ erreicht, die ganze Antenne etwa doppelt so lang wie die Kopfdiagonale. — Grundfarbe gelblichweiß. Augen schwarz. Erstes und zweites Fühlerglied nur schwach pigmentiert, drittes und viertes dunkelviolett, desgleichen der Seitenrand des Meso- und Metanotums. Tergit des dritten Abdominalsegmentes ganz, des zweiten mit Ausnahme des schmalen, seitlich verbreiterten Vorderrandes tief violett gefärbt. Das Hinterende des Furcaltergits zart pigmentiert, die Färbung nach vorn allmählich abnehmend. Länge 1 mm (wahrscheinlich handelt es sich um ein junges Individuum).

Buitenzorg, Botanischer Garten. KRAEPELIN leg. 2. III. 1904.

Übersicht über die Ptenura-Lepidocyrtus-Gruppe der Entomobryini.

1. Fühlerendglied mit retraktilem Sinneskolben .... **2.**

1a. Fühlerendglied ohne retraktilen Sinneskolben; Dentes, wie bei 2a, mit ventralen Schuppen.

Genus ***Lepidocyrtus*** BOURL.
(= *Paidium* KOCH, + *Pseudosinella* SCHFFR.)
(Typus: *L. curvicollis* BOURL.)

a) Dentes ohne (dorsale) Dornenreihe.

Subgenus ***Lepidocyrtus*** BOURL. s. str.
(Typus: *L. curvicollis* BOURL.)

b) Dentes mit (dorsaler) Dornendoppelreihe.

Subgenus ***Acanthurella*** subg. nov.
(Typus: *L. braueri* n. sp.)

2. Dentes nur mit Wimperhaaren, nicht auch mit Schuppen bekleidet.

Genus ***Ptenura*** TEMPL., CB.
(= *Sira* LUBB.)
(Typus: *P. nigromaculata* [LUBB.])

2a. Dentes ventral mit Schuppen bekleidet, dort nur an der Wurzel des Mucro mit einigen Wimperhaaren.

Genus ***Pseudosira*** SCHÖTT.
(Typus: *P. elegans* SCHTT.)

a) Alle 4 Fühlerglieder einfach, ungeringelt.

Subgenus ***Pseudosira*** SCHÖTT.
(Typus: *P. elegans* SCHTT.)

b) Viertes, oder drittes und viertes Fühlerglied geringelt.

Subgenus ***Mesira*** STSCERBAKOW.
(= *Lepidocyrtinus* CB.)
Typus: *P. squamoornata* STSCHERB.

Ob hierher auch *Typhlopodura* ABSOLON gehört, muß einstweilen noch zweifelhaft bleiben.

Gattung Pseudosira SCHÖTT.

Pseudosira variabilis SCHFFR.

Von dieser bereits von SCHÄFFER in ihrer Färbung als variabel erkannten, offenbar im ganzen östlichen Süd- und Mittelamerika nicht seltenen Art, die mit *Sira mexicana* FOLSOM wahrscheinlich identisch ist, lassen sich außer der von SCHÄFFER beschriebenen Hauptform (s. str.) drei Färbungsvarietäten unterscheiden.

Die Varietät *albella* n. v. ist am Körper ganz gelblichweiß, der Seitenrand des Meso- und Metanotums oder nur des ersteren, sowie die Hinterecke des vierten Abdominaltergits sind violett gefärbt.

Bei der Varietät *albiceps* n. v. nimmt das Pigment bei ausgefärbten Tieren die ganze Körperseite vom Metanotum bis zum fünften Abdominalsegment ein und läßt nur auf dem Metanotum bis zum zweiten Abdominaltergit den Rücken bräunlichgelb. Kopf und Mesonotum bleiben weißgelb. Die Basis des Manubriums ist ebenfalls pigmentiert.

Wenn das violette Pigment am Körper auf die Seiten der Hinterbrust und der zwei oder drei ersten Hinterleibsringe beschränkt bleibt, liegt die Varietät *bimaculata* n. v. vor. Bei ihr bleibt der Seitenrand des Mesonotums meist weißlich, während er bei var. *albiceps* entweder wie bei der Hauptform violett gerandet oder ungefärbt ist.

Von Orchideen aus Guatemala, 24. VI. 1899, und von Orchideen aus Veracruz, 16. V. 1899; Station für Pflanzenschutz, den 17. VIII. 1899.

Gattung Lepidocyrtus BOURL.

Lepidocyrtus vicarius nov. spec.

Die Art hat große Ähnlichkeit mit *L. cyaneus* TBG. Klauen mit einem deutlichen Distalzahn; hinterer Proximalzahn viel größer als der vordere, der ein wenig weiter distal belegen ist; Lateralzähne deutlich, wenn auch zart, den einen schmalen Kiel darstellenden Außenzahn zwischen sich nehmend. Empodialanhang lanzettlich, zugespitzt, ohne deutliche Zähne, den Klauendistalzahn nicht ganz erreichend. Mucro relativ schmal, gestreckt, sonst wie bei *cyaneus* etc. Tibiotarsales Spürhaar deutlich kürzer als die Klauen. Schuppen klein bis ziemlich groß, gerundet bis länglich, nie zugespitzt. Zartes violettes Pigment an allen Tergiten, Hüftglieder besonders dunkel. Kopf ziemlich blaß. Länge bis 1,2 mm.

Von Gras aus Japan, lebend glashell. 26. IV. 1900. Station für Pflanzenschutz, Hamburg, 18. V. 1900.

Untergattung *Acanthurella* subg. nov.
(Merkmale siehe in der Gattungsübersicht, Seite 174.)

Lepidocyrtus (Acanthurella) braueri nov. spec.

Dentes plump, aber normal geringelt. Ventralsäcke so lang wie der Tubus. Mesonotum etwa wie bei *L. curvicollis*. Klauen mit zwei Proximal- und einem Distalzahn, Zähne den Innenrand etwa dreiteilend; Lateralzähne basal, spitz, zwischen ihnen, der Basis genähert, ein spitzer Außenzahn. Außenlamelle des Empodialanhanges mit sehr undeutlichem Zahneinschnitt nahe der Basis, schlank und spitz. Tibiotarsales Spürhaar zart verbreitert, etwa so lang wie der Empodialanhang. Dentes kürzer als das Manubrium, ventral dicht mit Schuppen besetzt, ihrer finden sich dorsal nur wenige. Schuppen groß, lanzettlich, vorn und hinten gerundet, unbehaart, hyalin. Behaarung normal, Femora mit sehr langen ventralen Haaren. Färbung über den ganzen Körper dunkelviolett; Beine von der Körperfarbe, Fühler ganz dunkel, Manubrium nur blaß gefärbt; metallisch irisierend. Länge des Rumpfes (ohne Kopf) 2,3 mm.

Seychellen, BRAUER legit.

Lepidocyrtus (Acanthurella) javanus nov. spec.

Klauen und auch sonst die morphologischen Merkmale ähnlich wie bei *L. braueri* n. sp. Zum Unterschiede von dieser Art ist das dritte Fühlerglied deutlich kürzer als das zweite, Dentes $1^1/_5$ mal länger als das Manubrium, während bei *braueri* die Dentes nur $^5/_6$ der Manubriumlänge betragen und das dritte Fühlerglied ebenso lang ist wie das zweite; die tibiotarsale Spürborste ist nur etwa $^3/_8$ so lang wie die Klauendiagonale, bei *braueri* erreicht sie deren halbe Länge. Hinterer Schienenfuß um $^1/_4$ etwa kürzer als die Dentes, bei *braueri* dagegen eine Spur länger als diese. Färbung gelblich; Augen schwarz, Fühler violett, nach der Spitze zu dunkler werdend, Beine nur blaß gefärbt. Länge des Rumpfes 3 mm.

Salak auf Java. KRAEPELIN leg. 26. III. 1904.

Tribus *Orchesellini* CB.

Gattung Dicranocentrus SCHÖTT.

Dicranocentrus silvestrii ABSLN.
var. annulata n. v.

Körper schmutzigweiß. Schuppen braun. Augen und ein Fleck am Fühlergrunde schwarz. Fühlerglieder 1 und 3 (sekundär) weiß, ebenso die Basen der Glieder 2, 4 und 5. Die übrigen Fühlerteile dunkelviolett. Bisweilen ist die Vorderseite der Mittel- und Hinterschenkel (+ Schenkelringe) licht pigmentiert. — In den morphologischen Merkmalen, sowie in der Größe mit der Hauptform übereinstimmend.

An Orchideen von Saõ Francisco, Brasilien. Station für Pflanzenschutz, 20. XII. 1898.

Gattung Heteromurus Wankel.

Untergattung *Alloscopus* subg. nov.

Unterscheidet sich von *Heteromurus* s. str. durch im Basalteil nach *Tomocerus*-Art bedornte Dentes. Antennenglieder III und IV geringelt.

Heteromurus (Alloscopus) tetracantha nov. spec.

Wahrscheinlich 1 + 1 (unpigmentierte) Ommen. Antennenglieder I bis IV (primär) verhalten sich = $3:4:5^1/_2:6^1/_3$; III mit 5 bis 6, IV, endwärts kaum verschmälert, mit 9 bis 10 in der Gliedmitte etwa eingeschobenen Ringeln. Klauen mit zwei relativ langen, zugespitzten Proximalzähnen dicht an der Basis, kleine Lateralzähne vorhanden, gelegentlich sind noch ein oder zwei kleine Distalzähne an der Klauenventralkante angedeutet. Empodialanhang an der vorderen Außenlamelle mit großem Zahn, kurz vor der Mitte beginnend und allmählich zugespitzt. Tibiotarsales Spürhaar kleiner als der Empodialanhang, an der Spitze unverbreitert. Dentes innen, nahe der Basis, mit einer Reihe von 4 bis 5 Dornen, weitläufig behaart und beschuppt. Mucro an allen drei untersuchten Tieren ohne Basaldorn. Haarkleid normal, fast etwas dürftig. Färbung weißlich. Rumpflänge bis 1,1 mm.

Wald von Tjompea, 11. III. 1904. Buitenzorg, 5. II. 1904. Kraepelin leg.

Heteromurus (Alloscopus) tenuicornis nov. spec.

1 + 1 relativ große, schwarze Ommen. Morphologische Merkmale denen der vorstehenden Art sehr ähnlich. Der Empodialanhang ist etwas schlanker. Dentes mit einer Reihe von 11 bis 12, distalwärts an Größe etwas zunehmenden Dornen. Kopf rundlich. Die Antennenglieder verhalten sich etwa wie $1^1/_2:2:2^1/_4:2^5/_8$ zu einander; III ist 12 bis 13-, IV ca. 15-ringelig, IV zudem endwärts allmählich deutlich verjüngt. Schuppen normal breit, sehr fein behaart. Färbung weißlich. Rumpflänge bis 2 mm.

Tjibodas auf Java. Kraepelin. März 1904 gesiebt.

Tribus *Paronellini* CB.

Gattung Paronella Schött.

Paronella tarsata nov. spec.

Dentes ohne Dornenreihe, länger als das Manubrium. Mucro sechszähnig, Apical- und Anteapicalzahn am größten, ein kleiner und zwei größere Außenzähne schließen sich an den Anteapicalzahn an, unter dem

Apicalzahn steht noch ein kleiner Ventralzahn. Hinterschenkel ohne Dornen auf der Hinterseite. Tibiotarsen mit deutlicher Tarsaleinschnürung (Gelenk muskellos). Klauen mit großen abstehenden Lateralzähnen (1 + 1), einem kleinen Außenzahn, zwei gleichartigen Proximalzähnen, die der Klauenbasis näher stehen als die Innenzahnecke des Empodialanhanges, und einem Distalzahn an der Grenze der beiden Enddrittel der Klaueninnenkante. Empodialanhänge ziemlich stumpf, mit Innenzahnecke, am ersten und zweiten Paar etwas länger als die Hälfte, am dritten Paar nur wenig kürzer als die ganze Klauenventralkante. Tibiotarsales Spürhaar etwa so lang wie die Klauendiagonale. 8 + 8 Ommen. Mesonotum nicht vorgewölbt. Rückenlänge der Tergite vom Mesothorax zum Furcalsegment etwa = 50 : 22 : 9 : 25 : 13 : 122, also Abdominaltergit 2 fast doppelt so lang wie 3. Schuppen lang, schmal, beiderseits zugespitzt, an den Tergithinterrändern auch abgerundet oder abgestutzt, hell- bis dunkelbraun, gestreift gestrichelt; an der Ventralseite der Furca blaß, fast hyalin. Behaarung dicht und ziemlich fein. Antenne I etwa von der Länge der Dentes ohne Mucro. — Schuppen und Haare braun; Augen und Fühlergrund schwarz; Seitenrand des Mesonotums schmal blaugerandet und fein zerstreut punktiert; Hinterecke des Furcaltergits dunkel gefleckt; Kniee, ein kurzer schmaler Strich am Schenkelunterrand, Schienen nahe der Basis und die Tarsenwurzel, auch das Fühlergrundglied auf der Außenseite mehr oder weniger intensiv geschwärzt. Grundfarbe hellstrohfarben. Länge des Kopfes 0,8 mm, des Rumpfes 3 mm.

Tjibodas auf Java. KRAEPELIN leg. 28. III. 1904.

Paronella setigera nov. spec.

Dentes mit Dornenreihe, länger als das Manubrium, Behaarung und Beschuppung normal. Mucro sehr kurz, zweizähnig, an der Basis von einem löffelartigen Fortsatz des Dens überragt; innen neben ihm am Densende zwei lange Wimperborsten, deren größere etwa zwei- bis dreimal länger als er selbst ist. Hinterschenkel basalwärts auf der Hinterseite mit einer längeren Reihe größerer und 3 kurzen Reihen kleinerer Dornen; davor noch zwei sehr lange, borstenartige Dornen. Klauen mit zwei Distalzähnen, Proximalzähne nahe der Wurzel der Ventralkante, Lateralzähne gleichfalls nahe der Basis, klein. Empodialanhang ähnlich wie bei *P. atrofasciata* (SCHÖTT). 8 + 8 Ommen. Mesonotum nur sehr wenig vorgewölbt. Abdominaltergit 4 etwa $4^1/_4$ mal länger als 3. Antennen sehr schlank, Glied IV anscheinend geringelt; von langen, ventralen Borsten finden sich zwei an Glied I, vier an II, eine an III, keine an IV. Schuppen breit gerundet, zart pubesziert. — Gelblich; dunkles Pigment an den Vorderecken des Mesonotums, den Subcoxen II und III und Coxa III. Antennen vom Enddrittel des ersten Gliedes ab violett; ein Fleck an

der Fühlerwurzel innen vor den Augen schwarz. Länge des Rumpfes bis 2 mm.

Wald von Tjompea auf Java. 11. III. 1904. Botanischer Garten von Buitenzorg. 2. III. 1904. KRAEPELIN leg.

Untergattung *Callyntrura* subg. nov.

Unterscheidet sich von *Paronella* s. str. durch das Fehlen dentaler Schuppen, auch sind die sonst bis zum dritten Gliede beschuppten Fühler hier schuppenlos (immer?).

Paronella (Callyntrura) anopla nov. spec.

Dentes ohne Dornenreihe, länger als das Manubrium. Mucro sechszähnig. Hinterschenkel ohne Dornenreihen. Tarsen deutlich abgeschnürt. Klauen mit kleinen und ziemlich distal, kurz vor den Proximalzähnen stehenden Lateralzähnen. Lateralkanten breit häutig. Proximalzähne und Innenzahnecke des Empodialanhanges sich am ersten Paar etwa gegenüberstehend, Ventralkante an der Grenze der Enddrittel mit noch einem distalen Zahn. Tibiotarsale Spürborste kürzer als die Klauendiagonale. Mesonotum flach, Tergit des Furcalsegmentes vorn flach gebuckelt; die Tergite vom Mesothorax bis zum Furcalsegment verhalten sich in ihrer Länge etwa wie 15 : 11 : 7 : 10 : 6 : 33. Antennen offenbar sehr lang (Glieder III und IV fehlen), I etwas mehr als doppelt so lang wie die Kopfdiagonale. Schuppen sehr schmal, klein und spitz, wie breite Wimperhaare aussehend. — Färbung gelblichweiß; Punktflecken seitlich an den Subcoxalscleriten I bis III, an den Abdominaltergiten 1 bis 4. Ein schmaler, dunkelblauschwarzer Querstrich auf dem dritten Abdominaltergit und ein größerer Längsfleck auf der Mitte des Furcaltergits. Fühler und Beinenden violett. Länge des Kopfes 0,8 mm, des Rumpfes 3,2 mm.

Tjibodas auf Java. 28. III. 1904. KRAEPELIN leg.

Gattung Campylothorax SCHÖTT.

Metanotum länger als das Mesonotum, hinten deutlich gebuckelt. Dentes ventral beschuppt.

Campylothorax schäfferi nov. spec.

Dentes mit Dornenreihe, länger als das Manubrium. Mucro lang, vierspitzig, ventral rings umstellt von langen, fein pubeszierten, schmalen Schuppen, die seine Länge haben oder ihn überragen. Hinterschenkel ohne Dornenreihen. Tarsen kaum abgeschnürt. Klauen mit großen Proximalzähnen in der Mitte der Ventralkante und einem Distalzahn, zwei spitzen Lateralzähnen und einem spitzen Außenzahn. Empodialanhang lanzettlich, ohne besonders auffallende Zähne. Tibiotarsales

Spürhaar kürzer als die Klauendiagonale. 8 + 8 Ommen. Mesonotum nicht vorgewölbt. Rückenlänge der Tergite vom Mesothorax bis zum Furcalsegment etwa = $2^1/_5 : 3^1/_3 : 1 : 1 : 1^1/_2 : 7$. Antennen sehr lang, Längenverhältnis der Kopfdiagonale zu den Gliedern I—IV = $6 : 6^1/_2 : 7 : 6 : 8^1/_2$, Glied IV distal mit Andeutung einer Ringelung. Schuppen länglich, gerundet, fast hyalin, über alle Bein- und Fühlerglieder verteilt, klein, nur an den Segmentgrenzen größer. Behaarung spärlich und dünn, dichter und kräftiger nur an der Furca, namentlich endwärts auf den Dentes. — Dunkelviolettes Pigment an den ganzen Fühlern und Beinen, auch Subcoxen, am Seitenrand von Meso- und Metanotum und breit am Vorderrand des Mesonotums; Kopf weitläufiger pigmentiert, noch zarter die Seiten des Hinterleibes, Hinterrücken des Furcalsegmentes und die Abdominaltergite 5 und 6. Furcabasis mit einigen dunklen Flecken; ein breites violettes, seitlich nach vorn gerichtetes Querband über dem vierten Abdominaltergit; Antennenspitze ungefärbt; Augenfleck und ein Fleck an der Fühlerbasis tiefschwarz. Länge des Kopfes 0,6 mm, des Rumpfes 2 mm.

An Orchideen von São Francisco, Brasilien. Station für Pflanzenschutz, Hamburg, 20. XII. 1898.

Tribus *Cyphoderini* CB.

Gattung **Cyphoderus** Nic., Tbg.

Cyphoderus javanus nov. spec.

In den morphologischen Charakteren dem *Cyphoderus agnotus* n. sp. (= *C. albinos* Parona) aus Argentinien am ähnlichsten. Mucro typisch zweizähnig mit kantiger Innenlamelle. Mucro : Dens : Manubrium annähernd = $1 : 2^1/_2 : 3^1/_3$. Dentalschuppen wie bei *C. albinos*, jedoch die proximalen nur halblang gerippt. Tarsen am dritten Paar deutlich abgeschnürt, Spürhaar zart und kaum gespatelt. Klauen mit langem, spitzen, hinteren Proximalzahn, der am Vorder- und Mittelbein fast halb so lang, am Hinterbein annähernd so lang wie der Empodialanhang ist; vorderer Proximalzahn fehlt; ein kräftiger Distalzahn in der Mitte der Klauenventralkante, am Hinterbein vom Proximalzahn überragt; Lateralzähne sehr klein. Ventrale Lamelle des Empodialanhanges mit sehr großem Flügelzahn. Kopfdiagonale : Antenne I—IV etwa = $6 : 1 : 2^1/_5 : 1^1/_2 : 3^4/_5$. Hinterer Schienenfuß verhält sich in seiner Länge zum Manubrium wie 26 : 23. Abdominaltergit 4 ist $4^1/_3$ mal länger als 3. Färbung typisch weiß. Länge bis 1,1 mm.

Tjibodas. Kraepelin leg. 25. III. 1904.

Bei **Cyphoderus agnotus nov. spec.** ist das vierte Abdominaltergit nur $3^7/_9$ mal länger als das dritte. Die Länge der Antennenglieder schwankt

zwischen $1 : 3 : 1^5/_7 : 4^1/_2$ bis $1 : 3^1/_3 : 2^1/_3 : 5$; die der Furcalglieder zwischen $1 : 2 : 3^1/_7$ bis $1 : 3^1/_2 : 5$. Die Dentalschuppen sind fast ungerippt, die Klauen haben neben dem stachelartigen hinteren einen kleinen vorderen Prozimalzahn, der von jenem stets weit überragt wird; ein Distalzahn fehlt ihnen.

Cyphoderus assimilis nov. spec.

Mucro wie bei *C. agnotus* n. sp. und *javanus* n. sp. Zwischen dem Anteapicalzahn und der Mucrorippe meist eine sehr schmale kurze Lamelle. Dorsale Dentalschuppen normal gerippt; ventrale Endschuppe kleiner als der Mucro, äußere dorsale Endschuppe klein, innere etwas kleiner bis etwas größer als der Mucro. Klauen mit sehr großem, breitlamellösen, hinteren Proximalzahn, der am Hinterbein und Mittelbein etwas, am Vorderbein beträchtlich kleiner als der Empodialanhang ist; vorderer Proximalzahn klein; ein bis zwei zarte Distalzähne und Lateralzähne sehr undeutlich. Ventraler Flügelzahn des Empodialanhanges relativ kleiner als bei den vorstehenden Arten, aber spitzer, Empodialanhang als ganzer kürzer bis so lang wie die halbe Klauendiagonale. Tibiotarsales Spürhaar breitgespatelt. Längenverhältnis der Antennenglieder $= 1 : 2^4/_5 : 1^5/_6 : 4^1/_5$ oder $1 : 2^1/_2 : 1^1/_2 : 3^1/_2$; der Furcalglieder $= 1 : 2^1/_2 : 3^1/_2$ oder $1 : 2^3/_4 : 3^3/_4$. Hinterer Schienenfuß fast so groß oder deutlich kleiner als das Manubrium. Viertes Abdominaltergit etwa $3^1/_4$ bis $3^1/_2$ mal länger als das dritte. Körper und Kopf mit blassen, rotbraunen Punkten übersäet. Länge bis 0,9 mm.

Erster Fundort: Kairo. STUHLMANN leg.

Zweiter Fundort: Station für Pflanzenschutz, Hamburg, 14. VIII. 1900, von Orchideen, die aus Westindien stammen (27. VII 1900). Länge dieser Tiere bis 1,4 mm.

Die drei neuen Arten sind mit dem europäischen *C. albinos* offenbar nahe verwandt, gleichwohl vorläufig als selbständige Arten abzusondern, was um so nötiger ist, als eine kosmopolitische Verbreitung dieser Art bei ihrer im wesentlichen auf die Vergesellschaftung mit Ameisen angewiesenen Lebensweise nicht gut denkbar ist.

Familie Sminthuridae.

Gattungsübersicht.

Unterfamilie Sminthuridinae CB.

1. Genital- und Analsegment verwachsen, breit mit dem Furcalsegment verbunden (d. h. sie stehen kaum frei nach hinten ab). Anogenitalsegment jederseits mit zwei Bothriotrichen. Antennen der erwachsenen ♂ morphologisch von denen der ♀ verschieden, zu Klammerorganen differenziert . . . . **2.**

Genus ***Sminthurides*** CB.
(Typus: *S. aquaticus* [BOURL.])

1a. Analsegment selbständig, meist durch das einen Sattel bildende Genitalsegment mit dem Furcalsegment verbunden, Genitalsegment selten dorsal mit diesem verschmolzen, jederseits nur mit 1 Bothriothrix .... **3.**

2. Mucronalkanten mehr weniger breit lamellös; Dorsalrinne distal geschlossen oder offen; innere Dorsallamelle gezähnt-gerippt, äußere ganzrandig; Lateralborste vorhanden. Viertes Antennenglied einfach, geringelt oder distinkt sekundär gegliedert.

Subgenus ***Sminthurides*** s. str.
(Typus: *S. aquaticus* [BOURL.])

2a. Mucronalkanten mit schmalen oder ohne eigentliche Lamellen; Dorsalrinne geschlossen; dorsale Innenkante gezähnt; Lateralborste meist vorhanden; Mucro relativ lang und schmal-rinnenförmig, im Enddrittel oft plötzlich verschmälert. Viertes Antennenglied einfach.

Subgenus ***Stenacidia*** subg. nov.
(Typus: *S. violaceus* [RT.])

3. Tibiotarsen endwärts mit abstehenden, feingeknöpften Keulenhaaren ... **4.**

3a. Tibiotarsen endwärts ohne Keulenhaare, Antenne IV bei erwachsenen Tieren (immer?) gegliedert, dorsale Mucronalränder gleichartig.

Genus *Arrhopalites* nov. gen.
(Typus: *A. caecus* [TBG.])

4. Antenne IV ungegliedert, dorsale Mucronalränder gleich- oder ungleichartig.

Genus *Sminthurinus* CB.
(Typus: *S. niger* [LUBB.])

4a. Antenne IV sekundär gegliedert, dorsale Mucronalränder wie bei 4.

Genus *Katianna* nov. gen.
(Typus: *K. mnemosyne* CB.
= *Sminthurus multifasciatus* PARONA! nec RT.

Unterfamilie Sminthurinae CB.

1. Tibiotarsen endwärts auf der Beininnen- resp. -hinterseite mit zwei bis drei im basalen Abschnitt der Beinoberfläche meist anliegenden, die Klaue nicht oder nur wenig überragenden Keulenhaaren. Klauen ohne Tunica. Empodialanhang vorhanden. Integument gekörnelt oder gefeldert. Dorsale Mucronalkanten gleichartig, Mucronalborste fehlt .... **2.**

Genus *Bourletiella* (BANKS).
(Typus: *B. hortensis* [FITCH.])

1a. Tibiotarsen endwärts ohne jene halbanliegenden Keulenhaare; abstehende, meist nach außen gerichtete Keulenhaare bisweilen differenziert. Klauen mit oder ohne Tunica, meist mit blattförmigen Pseudonychien .... **3.**

2. Hinterer Tibiotarsus auf der Hinter-(Innen-)seite ohne „Tibiotarsalborsten". Viertes Fühlerglied mit sechs bis acht Zwischenringen (außer dem Wurzel- und Endstück).

Subgenus ***Bourletiella*** s. str.
(Typus: *B. hortensis* [FITCH])

2a. Hinterer Tibiotarsus auf der Hinterseite in der Endhälfte mit einer Reihe besonders kräftiger, ein- oder mehrspitziger Borsten mit stark chitinisiertem Insertionsring. Wenigstens zehn Zwischenringel des vierten Fühlergliedes.

Subgenus ***Rastriopes*** subg. nov.
(Typus: *B. aculeata* [SCHTT.])

3. Drittes Antennenglied in der proximalen Hälfte vorn (resp. oben) mit vier in einem Viereck stehenden kräftigen Borsten (Macrochaeten), die die übrigen Haare des Gliedes an Stärke und Länge deutlich übertreffen und zu denen sich außenseitlich eine fünfte, ein wenig kürzere Borste gleicher Art gesellt .... **5.**

3a. Drittes Antennenglied mit den für 3. charakteristischen Borsten, diese aber nicht die längsten und kräftigsten Haare des Gliedes (also keine Macrochaeten). Dorsale Mucronalränder ungleichartig, Mucronalborste fehlt. Klauen mit Tunica. Integument ziemlich glatt oder grob granuliert. Furcalsegment ohne Dorsaldrüsen. Tibiotarsen ohne Keulenhaare .... **4.**

Genus ***Sphyrotheca*** gen. nov.
(Typus: *Sph. multifasciata* [REUTER])

4. Genitalsegment mit dem typischen Paar lateraler Bothriotriche.

Subgenus ***Sphyrotheca*** s. str.
(Typus: *Sph. multifasciata* [RT.])

4a. Genitalsegment bei fertig differenzierten Tieren ohne Bothriotriche (in den ersten Häutungsstadien mit einem Paar wie bei 4. etc.).

Subgenus ***Lipothrix*** subg. nov.
(Typus: *Sph. lubbocki* [TBG.])

5. Furcalsegment (dicht vor dem Genitalsegment) ohne Dorsaldrüsen. Zweites Antennenglied (bei fertig differenzierten Tieren) am unteren Rande mit drei bis vier gebogenen zarten Sinneshaaren, die sich von den anderen ähnlichen Haaren des Gliedes nicht wesentlich unterscheiden. Dorsale Mucronalränder gleich- oder (seltener) ungleichartig. Mucro mit oder ohne Lateralborste. Mit oder ohne postantennalen Sinneskegel.

Genus ***Sminthurus*** LATR., CB.
(Typus: *S. viridis* [L.])

5a. Furcalsegment (dicht vor dem Genitalsegment) auf dem Rücken mit zwei rundlichen, feinporigen Drüsenöffnungen. Zweites Antennenglied am unteren Rande mit drei ganz kurzen Bothriotrichen, deren Insertionsring einen Kreiswulst bildet. Mucronalborste vorhanden, dorsale Mucronalränder ungleichartig. Klaue mit abstehender Tunica. Drittes Beinpaar mit Trochanteraldorn. Postantennaler Sinneskegel vorhanden (morphologisch ist er eine Borste und kein Homologon des Postantennalorgans der Arthropleona).

Genus ***Allacma*** gen. nov.
(Typus: *A. fusca* [L.])

Unterfamilie Dicyrtominae CB.

1. Klauen ohne Tunica, Setae sensuales des Anogenitalsegmentes wie bei 1a. . **2.**

1a. Klauen mit Tunica. Dentes ohne „Setae serratae". Drittes und viertes Fühlerglied ungeringelt. Hinterer Schienenfuß mit drei deutlich erkennbaren, einfachen „Tibiotarsalborsten" oder ohne diese. Anogenitaltergit bei erwachsenen Tieren mit einem Paar, in den jüngsten Stadien mit zwei Paaren Setae sensuales.

Genus ***Dicyrtomina*** (CB.).
(Typus: *D. minuta* [FABR.])

2. Hinterer Schienenfuß auf der Hinter(Innen)seite mit drei stumpfen, nicht eigentlich gefiederten „Tibiotarsalborsten". Drittes und viertes Fühlerglied ungeringelt,

höchstens drittes Glied mit Andeutung einer Ringelung. Dentes: a) ohne, b) mit „Setae serratae“.

Genus ***Dicyrtoma*** BOURL., CB.
(Typus der Gruppe a) ist *D. chloropus* [TBG.],
der Gruppe b) *D. fusca* [LUC.], diese Art zugleich Gattungstypus.)

2a. Hinterer Schienenfuß auf der Hinterseite mit zwei gefiederten „Tibiotarsalborsten“. Drittes und viertes Fühlerglied oder nur das dritte Glied (endwärts) deutlich geringelt. Dentes mit „Setae serratae“.

Genus *Ptenothrix* gen. nov.
(Typus: *P. atra* [L.])

Gattung Sminthurus LATR., CB.

Sminthurus longipes nov. spec.

Alle Extremitäten verhältnismäßig sehr lang und dünn. Integument fast glatt, sehr zart gefeldert. Klauen schlank, ohne Tunica, mit sehr schmalen Pseudonychien, undeutlichem Außenzahn, kräftigem Ventralzahn. Empodialanhang mit winzigem Innenzahn und kurzem Subapicalanhang, der Lamellenteil erreicht fast den Klauenventralzahn (erstes Beinpaar) oder überragt ihn etwas (zweites und drittes Beinpaar). Tibiotarsen am Ende ohne Keulenhaare. Dentes lang behaart, ca. dreimal so lang wie die Mucrones; diese mit gezähnten Dorsalrändern, scharfer Ventralkante und Lateralborste. Zweites Fühlerglied mit sechs mittleren langen und starken, und einem Endring von fünf etwas kürzeren, kräftigen, gekrümmten Borsten, seine Länge verhält sich zu der des dritten Gliedes wie 2 : 3; am dritten Fühlerglied ist die hintere mittlere Macrochaete durch ein kurzes, an der Basis gebogenes, endwärts etwas verbreitertes, anscheinend flaches Borstenhaar ersetzt; Teilgliedchen des vierten, sehr verlängerten Gliedes steif beborstet. Augen ähnlich wie bei *Dicyrtoma* auf stark vorstehenden Wülsten, die je zwei lange und zwei kurze, kreuzweise gestellte Dickborsten tragen; vor den Augenwülsten zwei lange, sich überkreuzende Borsten. Stirn und Scheitel sehr fein punktiert (gefeldert). Kopf schmal, oralwärts verlängert. Körperborsten lang und dünn, leicht gebogen, in der Hinterhälfte des Furcalsegmentes mit dünnen, kurzen Haaren durchsäet. Borsten fast ungewimpert, glatt. — Kopf und Rücken dunkelviolett, Beine bis zum Knie, Fühlerglieder I und II und Furca hellviolett, Tibiotarsen farblos, drittes Fühlerglied schwarz mit breitem weißen Querband in der Mitte, Fühlerendglied an der Wurzel und im Endviertel weiß. Länge des Rumpfes ohne Kopf bis 1,2 mm.

Paraguay. Dr. BOHLS leg. (1891—1893.)

Besonderes Interesse verdient an dieser Art die hintere Borste des Macrochaetenvierecks des dritten Antennengliedes, wie auch die äußerst subtile Punktierung der Stirn, die Glätte der Borsten und die Form der Augenwülste. Sie bildet durch diese Merkmale einen eigenen, später

vielleicht zu einem Subgenus zu erhebenden Tribus der Gattung *Sminthurus* s. str., der die beiden anderen durch die Skulptur der Stirn und des Scheitels unterschiedenen Tribus mit den Typen *S. marginatus* SCHÖTT und *S. viridis* L. gegenüberstehen.

Gattung Ptenothrix gen. nov.

(Merkmale siehe in der Gattungsübersicht der Sminthuriden.)

Ptenothrix gracilicornis (SCHFFR.).

subspec. gibbosa n. ssp.

In den morphologischen Merkmalen sich sehr eng an *P. gracilicornis* (SCHFFR.) CB. anschließend. Die starken Borsten des Anogenitaltergits sind in drei Reihen, einer vorderen zu 3, einer mittleren zu 2, einer hinteren zu 3 Borsten, angeordnet, während lateral je eine lange Seta sensualis inseriert; bei *P. gracilicornis* wird die mittlere Reihe durch ein Paar winziger feiner Härchen repräsentiert. Das Furcalsegment ist hoch gebuckelt, Buckel hinten (in der Seitenansicht) steil abfallend, an seiner Vorderfläche die kleinen Dorsalpapillen tragend. — Kopf, Beine und Furca hellviolett, Fühler dunkelviolett, Augen schwarz, Körperrücken und -seiten dunkelviolett, mit hellen Flecken und Streifen: ein Mittelstreifen vom Hals bis zur Höckermitte; zwei Längsstreifen jederseits von dem Mittelstreif vor dem Höcker; Seiten über dem Manubrium mit einem wagerechten und drei senkrechten, gebogenen kurzen Streifen; Hinterfläche des Höckers und des Anogenitalsegmentes mit kleinen Flecken und Strichen. Länge 1 mm.

Tjibodas auf Java. KRAEPELIN leg. 25. III. 1904.

Alphabetisches Verzeichnis der in dieser Arbeit neu aufgestellten Gruppen, Gattungen, Arten etc.

(*Kursiv* gedruckt sind die bereits bekannten Namen.)

Zitierte Literatur.

ABSOLON, K. — Untersuchungen über *Apterygoten* auf Grund der Sammlungen des Wiener Hofmuseums. Annal. d. k. k. Naturhist. Hofmuseums, 18. Bd. Wien 1903.

ÅGREN, H. — Zur Kenntnis der Apterygoten-Fauna Süd-Schwedens. Stettin. Entom. Zeitschr. 1903.

BECKER, E. — *Pseudachorutides Bogoyawlenski* n. g. n. sp. Zool. Anzeiger, Bd. 29. 1905.

BÖRNER, C. — Zur Kenntnis der Apterygotenfauna von Bremen und der Nachbardistrikte. Beitrag zu einer Apterygotenfauna Mitteleuropas. Abh. Nat.-Ver. Bremen, 17. Bd. 1901.

— Über das Antennalorgan III der Collembolen und die systematische Stellung der Gattungen *Tetracanthella* SCHÖTT und *Actaletes* GIARD. Zool. Anz., Bd. 25. 1902.

— Das Genus *Tullbergia* LUBBOCK. Zool. Anz., Bd. 26. 1902.

— Neue altweltliche Collembolen, nebst Bemerkungen zur Systematik der Isotominen und Entomobryinen. Sitzber. Gesellsch. nat. Freunde. Berlin 1903. Nr. 3.

CARL, J. — Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Collembolenfauna der Schweiz. Revue Suisse de Zoologie, T. 9, fasc. 2. 1901.

LUBBOCK, J. — On some Australasian Collembola. Journ. Linn. Soc. London. Zool. Vol. 27, Nr. 176. 1899.

PARONA, C. — Elenco di alcune Collembole dell 'Argentina. Ann. Mus. Civ. Stor. Nat. Genova. Ser. 2a. Vol. 16. 1895.

WAHLGREN, E. — Über einige neue Collembolaformen aus dem südwestlichen Patagonien. Ent. Tidskr. Stockholm 1900.

— Apterygoten aus Ägypten und dem Sudan nebst Bemerkungen zur Verbreitung und Systematik der Collembolen. Results of the Swedish Zoolog. Exped. to Egypt. and the White Nile 1901. Nr. 15. 1906.

WILLEM, V. — Recherches sur les Collemboles et les Thysanoures. Mém. couronn., publ. p. l'Académie royale d. sciences etc. de Belgique, T. 58. 1900.

— Description de *Actaletes Neptuni* GIARD. Bull. Scient. d. l. France et Belgique, T. 34. 1901.

— Les rapports d'*Actaletes* avec les autres Collemboles. Ann. Soc. Ent. Belg., T. 46. 1902.

— Collemboles, in: Résultats du Voyage du S. Y. Belgica en 1897—1899; Rapports scientif.: Zoologie. Anvers 1902.

(Eingegangen am 6. November 1906.)

Gedruckt bei Lütcke & Wulff, E. H. Senats Buchdruckern.

3. Beiheft

zum

Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten.

XXIII. 1905.

Mitteilungen

aus den

Botanischen Staatsinstituten

in Hamburg.

Inhalt:

Hamburg 1906.

Kommissionsverlag von Lucas Gräfe & Sillem.

3. Beiheft

zum

Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten.

XXIII. 1905.

Mitteilungen

aus den

Botanischen Staatsinstituten

in Hamburg.

Inhalt:

Hamburg 1906.

Kommissionsverlag von Lucas Gräfe & Sillem.



Die Schildlausgattung Leucaspis.

Von ***Leonhard Lindinger.***

Mit sieben Tafeln.

Vorwort.

Nachdem ich die Untersuchung der Gattung *Leucaspis* abgeschlossen hatte, erschien Dr. Leonardis monographische Bearbeitung derselben Gattung. Gleichwohl konnte ich mich nicht dazu entschließen, meine Arbeit zu unterdrücken, da ich, abgesehen von anderen Verschiedenheiten, einmal der Besprechung der gemeinsamen Merkmale der Arten größeren Raum eingeräumt hatte, ferner die strittige Stellung einiger Arten, z. B. von *L. bambusae,* endgiltig zu entscheiden im Stand gewesen war und schließlich auf Grund eines überaus reichhaltigen Materials die Verbreitung der kiefernbewohnenden Arten einigermaßen klarlegen konnte. Da die italienische Arbeit wohl kaum größere Verbreitung in Deutschland finden wird, kann die vorliegende Untersuchung immerhin einiges Interesse beanspruchen. Ist man sich doch gerade in Deutschland über die weißen Schildläuse der Kiefer fast hundert Jahre lang, von 1818 an, im unklaren geblieben.

Einleitung.

Die sichere Kunde von einer weißen, länglichen, auf Kiefernnadeln lebenden Schildlaus datirt in Deutschland vom Jahr 1839, als Hartig seinen *Aspidiotus pini* veröffentlichte [129]. Durch eine Verwechslung zog er die dazu gehörigen Weibchen zu einer anderen, gleichfalls auf Kiefernnadeln vorkommenden Coccide, die er *Aspidiotus flavus* nannte [= *Aspidiotus abietis* (Schr.) Löw]. 1851 beschrieb Bouché [131] einen *Aspidiotus pini* unabhängig von Hartig; die Art war ebenfalls auf den Nadeln von Pinus (silvestris) gefunden worden.

Aus Italien wurden ähnliche Schildläuse bekannt. Targioni-Tozzetti [1] führt 1869 zwei an: *Leucaspis candida* und *L. signoreti;* leider gibt er keine Beschreibung. Der von ihm geschaffene Gattungsnamen wurde von Signoret beibehalten, als er 1870 die genauen Diagnosen der beiden Arten veröffentlichte [3]. *Leucaspis candida*

wurde zu der Hartigschen Art gezogen, ebenso die von Bouché aufgestellte; sie heißt von da ab *L. pini.* Die zweite Targionische Art hatte Signoret 1869 als *Leucodiaspis signoreti* erwähnt [2].

1882 wird *Leucaspis monophyllus*[1] Murray genannt [149]; eine Beschreibung der Art ist mir zur Zeit nicht bekannt. Im gleichen Jahr veröffentlicht Colvée [115] die Diagnose einer spanischen *Leucaspis,* die er *L. löwi* nennt. 1883 stellt Löw das Vorkommen der Signoretschen *Leucaspis pini* in Österreich fest [28] und beschreibt eine neue Art, *L. pusilla.* Morgan [117] findet 1892 in Oporto eine Schildlaus, die nach Habitus und Vorkommen mit *L. pini* identisch sein kann. Die nicht unerheblichen Unterschiede werden von ihm der Präparation zugeschrieben. Die Zahl der auf Pinus-Arten vorkommenden Cocciden vom Aussehen des *Aspidiotus pini* Hartig wurde 1894 von Newstead [118 und 119] um eine Art vermehrt. Er beschreibt eine weiße Schildlaus aus Böhmen, die er zur Gattung *Fiorinia* zieht: *F. šulci.* Auch die von Morgan gemeldete Laus scheint ihm hier am besten untergebracht. 1895 veröffentlicht Šulc [34] eine weitere Coccide, welche Ähnlichkeit mit den schon genannten Arten zeigt, aber nicht auf Pinus, sondern auf Picea excelsa gefunden wurde, gleichfalls in Böhmen. Šulc gründet auf sie die neue Gattung *Syngenaspis* mit der Spezies *parlatoreae.*

Die letztgenannten, anscheinend berechtigten Arten schienen wieder zweifelhaft durch die Angaben von Reh [145]. Nach seinen Befunden bestand ihm zwischen *Fiorinia šulci* und *Syngenaspis parlatoreae* kein Unterschied. Die typische *Leucaspis pini* glaubt er außerdem in den Exuvien der beiden soeben genannten Arten gefunden zu haben.

Vor kurzem fügte Leonardi dann eine weitere Art, *Leucaspis affinis* [41] hinzu, die auf Pinus-Nadeln in Frankreich gefunden wurde.

Nachdem nun keineswegs feststeht, was man sich unter der von Hartig und Bouché beschriebenen Art vorzustellen hat, schien eine neue Untersuchung der weißschildigen Cocciden, die auf europäischen Pinus-Arten vorkommen, nicht überflüssig zu sein. Kurz nach der Fertigstellung meiner Arbeit erschien Leonardis Monographie der Gattung *Leucaspis.* Sie klärte aber die Frage nicht auf.

Ich habe ein sehr reichhaltiges Material zusammengebracht und war im Stand, festzustellen, daß die gewöhnlich *L. pini* Hartig genannte Art durchaus nicht so häufig ist, wie man nach den, immerhin recht spärlichen Meldungen, annehmen konnte. Da in der Station für Pflanzenschutz außerdem einige exotische Arten zur Beobachtung gelangten, von einigen weiteren Arten Herr Dr. G. Leonardi mir

[1] Besser *monophylla.*

bereitwillig Material zusandte, konnte ich es wagen, an eine Neubearbeitung der Gattung heranzugehen. Genaue Beschreibungen sind jedoch nur von solchen Arten aufgenommen worden, deren Zugehörigkeit zu *Leucaspis* sich an einwandfreien Präparaten erkennen ließ.

Nach Fernald [18] umfaßt die Gattung *Leucaspis* folgende Arten:

1. *Leucaspis bambusae* Kuwana;
2. — *cordylinidis* Maskell;
3. — *epidaurica* Gennadius;
4. — *japonica* Cockerell;
5. — *löwi* Colvée;
6. *Leucaspis monophylla* Murray;
7. — *pini* (Hartig);
8. — *pusilla* Löw;
9. — *signoreti* (Targioni).

Leonardi [20] zieht *L. epidaurica* als Synonym zu *L. riccae* und trennt die Gattung in drei weitere Gattungen, welche nach ihm folgende Arten umfassen:

1. *Actenaspis pusilla* (Löw);
2. *Anamaspis löwi* (Colvée);
3. *Leucaspis affinis* Leonardi;
4. — *bambusae* Kuwana;
5. — *cockerelli* (de Charmoy);
6. — *cordylinidis* Maskell;
7. — *cupressi* Coleman;
8. *Leucaspis japonica* Cockerell;
9. — *kelloggi* Coleman;
10. — *kermanensis* Lindinger;
11. — *pini* (Hartig);
12. — *riccae* Targioni;
13. — *signoreti* (Targioni);
14. — *stricta* (Mask.).

Allgemeiner Teil.

Der Namen *Leucaspis* stammt von Targioni-Tozzetti, der die Gattung mit den Arten *candida* und *signoreti* aufstellte [1]. Da jedoch keine von ihm herrührende Beschreibung weder der Gattung noch der Arten bekannt ist, hat Signoret als Autor zu gelten, der 1870 die entsprechenden Beschreibungen veröffentlicht hat [2; 3]. Als Hauptmerkmal der Gattung stellte er fest, daß der Rand des Analsegments einen Kranz dornartiger Haare besitze. Das stimmte auch bei seinen beiden Arten.

1881 fand Targioni-Tozzetti [4] und 1882 Löw [5], beide voneinander unabhängig, daß die erwachsenen Weibchen von *Leucaspis* kleiner sind als ihr zweites Stadium und in dessen leerer Haut eingeschlossen bleiben. Auffallenderweise hat Signoret dieses Verhaltens nicht gedacht, obwohl es ihm kaum entgangen sein dürfte.

Comstock [6] wiederholt die Angaben von Signoret, Atkinson [8] und Ashmead [9] die von Löw. Während nun Löw in seiner Untersuchung über den Schild der Diaspiden die Tatsache, daß bei einigen Coccidengattungen das erwachsene Weibchen nicht aus der Haut des zweiten Stadiums heraustritt, lediglich als Bestimmungsmerkmal verwandt hat, haben Atkinson und Ashmead auf Grund des angeführten Merkmals *Leucaspis* mit *Aonidia* und *Fiorinia* zu einer Verwandtschaftsgruppe zusammengezogen. Dem gegenüber ist zu betonen, daß *Aonidia* zur Zeit in den Verwandtschaftskreis von *Aspidiotus* einbezogen wird, *Fiorinia* in den von *Chionaspis* gehört, während *Leucaspis* Beziehungen zu *Parlatorea* hat.

Ashmead nennt als viertes Genus seiner *Leucaspini* die von Maskell aufgestellte Gattung *Poliaspis*[1]. Maskell, der sich in der Diagnose von *Leucaspis* auf Signoret stützt, erwähnt so wenig wie dieser das Verhalten des reifen Weibchens zur Exuvie des zweiten Stadiums, sondern sieht die Gattungsmerkmale im Kranz der Dornhaare und im Vorhandensein von mehr als fünf Drüsengruppen. Ashmead ist

[1] W. H. Maskell, Trans. New-Zeal. Inst. XII, (1879) 1880, p. 293: „This genus is characterized by having the spinnerets in more than five groups, and in a double row, the edge of the abdomen as in Diaspis.

Signoret forms a genus *Leucaspis*, which possesses the same character; but it has also a fringe of spiny hairs set close together round the edge of the abdomen, which fringe is absent in Poliaspis."

Atkinson [8, p. 271] gibt irrtümlicherweise an, daß *Poliaspis* einen Dornhaarkranz besitze, während er bei *Leucaspis* fehle.

augenscheinlich durch den Hinweis Maskells auf Signorets Angabe [2] irregeführt worden, *Leucaspis* unterscheide sich von *Mytilaspis* durch eine doppelte Reihe von Drüsengruppen. Es ist sowohl Maskell wie Ashmead entgangen, daß Signoret selbst, dem zuerst nur *L. signoreti* vorgelegen, die Angabe widerrufen hat, als er an seiner *L. pini* das Unzutreffende des angegebenen Merkmals eingesehen[1]. *Poliaspis* steht durch alle Merkmale der Gattung *Diaspis* sehr nahe.

Maskell kommt nochmals auf *Leucaspis* zu sprechen, als er *L. cordylinidis* aufstellt [10], wobei er als ausschlaggebendes Merkmal den Kranz von Dornhaaren am Analsegment betrachtet[2].

Green [13] führt folgende Kennzeichen an: Das Weibchen bleibt in der Haut des zweiten Stadiums eingeschlossen; die perivaginalen Drüsen[3] bilden einen zusammenhängenden, unregelmäßigen Bogen; der Rand des Analsegments ist mit einem ununterbrochenen Kranz von dornähnlichen Platten versehen.

Neue Gesichtspunkte zur Festlegung der Gattungsmerkmale bringt Leonardi [15; 16; 17]. Er weist darauf hin, daß die Gliederung des Hinterrandes beim reifen Weibchen nicht so reich ist als beim zweiten Stadium, und daß die Randdrüsen mit schräger Mündung fehlen, welche bei den von ihm als Diaspides und Mytilaspides bezeichneten Gruppen vorhanden sind.

In seiner monographischen Bearbeitung der Gattung hat Leonardi [20] als Hauptmerkmal die Gliederung des Hinterrandes in Lappen und Platten angenommen. Die Arten, welche beide Gebilde aufweisen, werden zu *Leucaspis* im engeren Sinn gezählt, die zwei abweichenden *L. pusilla* und *L. löwi* zu Vertretern neuer Gattungen erhoben.

[1] [3]: „Quant à la disposition des filières, que j'avais d'abord indiquée comme caractère du genre (page 99, année 1868), elle est trop variable dans les deux espèces que nous connaissons pour pouvoir caractériser un genre, et ne servira que spécifiquement."

[2] [10]: „*Leucaspis* Targ.-Tozz. This genus resembles Mytilaspis very closely as far as the form of the puparium is concerned, and the only distinguishing character of the female insects is the presence of a fringe of spines on the abdominal extremity. As a similar fringe is considered sufficient to separate Parlatoria from Aspidiotus, I presume that it must be sufficient also in this case, and I shall not attempt to disturb Targionis arrangement."

[3] Den Ausdruck „perivaginale Drüsen", „Perivaginaldrüsen" beschränke ich auf die gruppenweise in der Nähe der Geschlechtsöffnung befindlichen Drüsen. Sie „Wachsdrüsen" zu nennen, ist nicht statthaft, da ihre wachsausscheidende Tätigkeit noch des überzeugenden Beweises harrt. Green hat darauf aufmerksam gemacht, daß sie wahrscheinlich mit der Eiablage in irgend einem Zusammenhang stehen (On the grouped abdominal glands of the Diaspinae. Ent. Monthl. Mag. XXXII, 1896, p. 85 f.; [13], p. 30 f.).

Nach den Ergebnissen meiner Untersuchung sind als Merkmale der Gattung *Leucaspis* folgende anzusehen:

Schild weiß, länglich mit schmalem Kopfende. Larvenhaut am Kopfende, gelb, bräunlich oder grünlich. Haut des zweiten Stadiums nur wenig kürzer als der Schild, lose mit ihm verbunden.

Weibliches Tier in allen Stadien länglich, hinter der Mitte am breitesten, mit verschmälertem Kopf- und Hinterende.

Analsegmentrand der Larve mit einem Lappenpaar, wenigen großen Randdrüsen und wenigen, kammartig gezähnten, zum Teil auf Vorwölbungen des Körperrandes stehenden Platten.

Analsegmentrand des zweiten Stadiums mit zwei Lappenpaaren, großen Dorsal- und Randdrüsen und zahlreichen, meist mehr oder minder kammartig gezähnten Platten.

Erwachsenes Weibchen dauernd in der Haut des zweiten Stadiums eingeschlossen. Analsegmentrand mit meist drei Lappenpaaren, Lappen selten fehlend, dornförmige Platten vorhanden oder fehlend. Perivaginale Drüsen bei den meisten Arten vorhanden, in flachem Bogen angeordnet, der oft in mehr oder weniger deutliche Gruppen zerfällt; häufig überzählige Drüsen, mitunter ganze Gruppen, auf den Nachbarsegmenten. Große Dorsal- und Randdrüsen fehlen.

Die Larve und das zweite Stadium des Männchens[1] schlanker, sonst wie die entsprechenden Stadien des Weibchens.

Wenn Randdrüsen vorhanden, stets mit gerader, d. h. dem jeweiligen Körperrand paralleler Mündung.

Auf Grund dieser Diagnose müssen die Arten *L. bambusae* Kuw.[2], *L. cupressi* Colem. [38, p. 71] und *L. kelloggi* Colem. [38, p. 68] aus der Gattung ausscheiden.

Was zunächst *L. bambusae* anlangt, so ist einmal das erwachsene Weibchen viel größer als die Exuvie des zweiten Stadiums, kann also nicht darin eingeschlossen sein; sodann besitzt die Art die schrägstehenden Randdrüsen und die dolchförmigen Dornen, wie sie bei *Chionaspis* und *Lepidosaphes (Mytilaspis)* vorkommen; auch die Anordnung der perivaginalen Drüsen findet sich bei diesen Gattungen wieder. Gegen eine Vereinigung mit *Chionaspis* spricht der ungekielte Schild des Männchens, das Vorhandensein von gesägten Platten, welche an die Platten des zweiten Stadiums von *Leucaspis* erinnern, sowie die

[1] Das erwachsene Männchen habe ich nur in wenigen Fällen gefunden. Dadurch und durch den wenig günstigen Erhaltungszustand der gefundenen Tiere war ich genötigt, es im allgemeinen unberücksichtigt zu lassen.

[2] S. J. Kuwana, Coccidae (Scale Insects) of Japan. Proc. Calif. Acad. Scienc. 3d ser., Zool. Vol. III, 1902, p. 74; pl. XIII, 75—81.

Larve. Dagegen stehen diese Merkmale der Unterbringung der Art bei *Lepidosaphes* nicht entgegen; das Tier würde als *Lepidosaphes bambusae* (Kuwana) in die Nähe von *Lep. lidgetti* (Ckll.) Fern. zu stellen sein.

Bezüglich *L. kelloggi* und *L. cupressi* äußert Leonardi [20] die Vermutung, daß die beiden Arten gar nicht zu *Leucaspis* gehören. Aus der Beschreibung und den Abbildungen, welche Coleman von ihnen gibt [38 p. 68ff., pl. VI, VII], geht die Richtigkeit dieser Vermutung klar hervor, zumal wenn man nicht nur das erwachsene Weibchen berücksichtigt wie Leonardi, sondern auch andere Merkmale zur Beurteilung heranzieht. Da ist einmal die Größe der Haut des zweiten Stadiums im Verhältnis zur Gesamtlänge des Schildes. Bei *Leucaspis* sind diese Längen derart, daß der Schild mit dem Hinterrand der Exuvie endigt. Wenn nun Coleman für seine *L. kelloggi* die Länge des Schildes mit 3 mm, die Länge der im vorderen Teil des Schildes befindlichen Exuvie mit 0,6 mm angibt, also eine Erstreckung der Haut bis ans Schildende ausgeschlossen ist, so genügt allein diese Tatsache, um die Zugehörigkeit der Art zu *Leucaspis* in Frage zu stellen. Weiter, ist die Exuvie, wie schon gesagt, 0,6 mm, das erwachsene Weibchen etwa 1 mm lang, also jedenfalls länger, so kann es nicht in der kleineren Exuvie eingeschlossen sein, wie es doch bei einer *Leucaspis* der Fall sein müßte. Sodann finden sich am Hinterrand des erwachsenen Weibchens Randdrüsen mit schräger Mündung und die für *Lepidosaphes* und verwandte Gattungen bezeichnenden dolchförmigen Randfortsätze dieser Drüsen. Da sich auch die Form der Lappen und die Verdoppelung des zweiten Lappenpaares bei der eben genannten Gattung wiederfinden, so ist *L. kelloggi* wohl besser zu *Lepidosaphes* zu stellen. Das Gleiche gilt von *Leucaspis cupressi.*

Eine in der Literatur unberücksichtigt gebliebene Angabe über eine *Leucaspis* findet sich bei Targioni-Tozzetti. In dem 1881 erschienenen Stationsbericht [4, p. 161, Anm.] heißt es: „*Mytilaspis flava* Targ., ibid. [= Catal. p. 737], la quale per il modo di evoluzione e il pupario in cui si converte il penultimo tegumento, è una vera *Leucaspis.*" Die Art wurde von Signoret und Comstock zu *Mytilaspis* gezogen unter Beibehaltung der ursprünglichen Bezeichnung, um dann von Kirkaldy zu *Lepidosaphes* gestellt zu werden. Ob nicht doch der ausgezeichnete Kenner Targioni recht hat, kann nur eine Nachprüfung des mir fehlenden Originalmaterials ergeben.

Zweifelhaft ist mir die Zugehörigkeit der Maskellschen *L. cordylinidis* zu *Leucaspis.* Zwar bilden die Drüsen einen flachen Bogen; doch abgesehen davon, daß die gleiche Drüsenanordnung bei *Syngenaspis* und in ähnlicher Weise z. B. bei *Fiorinia*-Arten wiederkehrt,[1] gibt

[1] Außerdem können die Drüsen auch manchmal fehlen, wie es bei *Leucaspis pistaciae* der Fall ist.

Maskell ausdrücklich an: „pellicles terminal", das reife Weibchen wäre demnach länger als das zweite Stadium. Daß Maskell die Art zu *Leucaspis* stellte, hat m. E. wenig zu bedeuten, denn eine echte *Leucaspis, L. gigas,* zog er unbedenklich zu *Fiorinia*, ebenso die von Leonardi als *Leucaspis* erkannte *L. stricta.* Da mir kein Belegexemplar erreichbar war, bleibt die Entscheidung über die Zugehörigkeit der *L. cordylinidis* einer neuen Untersuchung vorbehalten.

Syngenaspis parlatoreae Šulc [34, p. 2—8, 15—19; Taf. I, 4—6, II, 1—5, 12] ist einer *Leucaspis* sehr ähnlich und der Gattung zweifelsohne nah verwandt. In das Genus kann die Art jedoch nicht einbezogen werden. Schon der Umstand, daß das reife Weibchen aus der Haut des vorausgegangenen Stadiums heraustritt, läßt genügend erkennen, daß es sich um ein Tier anderer Gattung handelt. Die Anordnung der perivaginalen Drüsen stimmt mit der bei *Leucaspis,* aber der Besitz von mindestens drei gut entwickelten Lappenpaaren, von großen kammartig gezähnten Platten, von großen Rand- und Dorsaldrüsen entfernt die Coccide von der genannten Gattung. Leonardi stellt *Syngenaspis parlatoreae* zu *Parlatorea* [17, p. 15, 29 ff.]. Davon weicht sie aber doch wieder zu sehr ab, z. B. durch die Anordnung der perivaginalen Drüsen, so daß es sich empfehlen dürfte, die Gattung *Syngenaspis,* wenigstens vorläufig, aufrecht zu halten. Ihre Stellung zu *Leucaspis* ist offenbar die gleiche wie die von *Parlatorea* zu *Cryptoparlatorea*[1].

Rehs Angabe, er habe *Syngenaspis* gefunden [145, p. 18], beruht auf einer Verwechslung mit dem zweiten Stadium von der *Fiorinia šulci* benannten Art, wie ich bei der Nachprüfung des von Reh benützten Materials feststellen konnte.

Von *Leucaspis monophylla* A. Murray ist mir außer dem Namen wenig mehr bekannt geworden. Cockerell vermutet, daß es sich um einen *Monophlebus* handele [18, p. 329]. Ein nomen nudum ist doch eine etwas zu kurze Diagnose, um diese Ansicht zu stützen. Ich halte die Vermutung Cockerells um so mehr für völlig unbegründet, als Colvée angibt, daß *L. monophylla* ebenso wie *L. pini* und *L. signoreti* deutliche Gruppen von perivaginalen Drüsen besitzt.[2] Colvée hat demnach Genaueres über das Tier erfahren. Wahrscheinlich ist es daher eine *Leucaspis;* ob aber eine gute Art, muß dahingestellt bleiben.[3]

Fiorinia šulci Newstead [119] ist eine echte *Leucaspis* [125].

[1] Insektenbörse, XXII. Jahrg. 1905, p. 131 f.

[2] Colvée schreibt [115, p. 12]: „Lp[s]. Signoreti, Pini, Monophyllus tienen placas de hileras bien manifiestas en el segmento anal y nuestra especie (*L. löwi*) no las presenta."

[3] Vielleicht ist sie identisch mit *Leucaspis šulci.*

Leucaspis epidaurica Gennadius [82] ist nur durch eine völlig ungenügende Beschreibung bekannt gegeben worden; sie ist wahrscheinlich mit *Leucaspis riccae* Targ. identisch, auch Leonardi identifizirt sie damit [93]. Der Namen selbst ist wertlos.

Leucaspis riccae wurde 1881 von Targioni-Tozzetti aufgestellt und 1884 zu *Chionaspis* gezogen. Cockerell hielt sie für eine *Mytilaspis* [18, p. 313], offenbar aus einem ähnlichen Grund, wie er *L. monophylla* für einen *Monophlebus* erklärte, bis 1903 Leonardi nachwies, daß die Art tatsächlich zu *Leucaspis* gehört [89; 90].

Ob *L. löwi* eine gute Art ist, kann aus Colvées Diagnose [115] nicht entnommen werden. Es geht daraus nur hervor, daß Colvée eine *Leucaspis* in Händen hatte. Daß er keine Perivaginaldrüsen fand, hängt damit zusammen, daß er das zweite Stadium für das erwachsene Weibchen gehalten hat. Exemplare vom Originalfundort der *L. löwi*, aus dem botanischen Garten zu Valencia, entpuppten sich als *L. šulci* [vergl. auch 127]. Die Colvéesche Art ist demnach zu streichen. Über die von Leonardi getroffene Umtaufung vergl. Seite 25; 44.

Als gute Art erwies sich *L. pusilla* Löw [73].

Was *L. japonica* Ckll. [62] betrifft, so hat zwar Cockerell das erwachsene Weibchen nicht zu Gesicht bekommen; was er dafür gehalten, ist das Tier zweiten Stadiums. Die dahin lautende Vermutung Leonardis [70] ist also zur Gewißheit geworden. Doch ist die von Cockerell gegebene Beschreibung so genau, daß sie zur Wiedererkennung der Art genügt.

Die Zugehörigkeit von *L. cockerelli* und *L. stricta* zu *Leucaspis* ist durch Leonardis Diagnosen sicher; da aber Leonardi nur das erwachsene Weibchen eingehend beschreibt, war es mir aus Mangel an Belegpräparaten nicht möglich, die Arten einzureihen.

In Maskells *Fiorinia gigas* habe ich auf Grund der Maskellschen Präparate, die mir Herr Dr. Leonardi übersandte, eine *Leucaspis* erkannt [60].

Unter der Bezeichnung *Mytilaspis drimydis* hat Maskell [61] eine Coccide beschrieben und abgebildet, die sehr an eine *Leucaspis* erinnert. Obwohl Maskell angibt, daß am Kopfende des Schildes „the discarded pellicles" liegen, scheint mir doch die Zugehörigkeit der Art zu *Mytilaspis* (= *Lepidosaphes*) ausgeschlossen zu sein. Was Maskell für das erwachsene Weibchen gehalten hat, besitzt zwei Lappenpaare, große gerade Randdrüsen, Vorwölbungen, gezähnte Platten, die Gestalt einer *Leucaspis* und ist „of a dull red colour". Der Schild ist weiß. In der Annahme, daß es sich um eine *Leucaspis* handelt, werde ich durch eine Bemerkung Maskells bestärkt, die er in der Beschreibung seiner *Fiorinia asteliae* macht, daß nämlich das zweite Stadium dieser

Art nicht zum wenigsten dem erwachsenen Weibchen (d. h. in diesem Fall dem zweiten Stadium) von *Mytilaspis drimydis* gleicht. Nun ist *Fiorinia asteliae* = *Diaspis* (*Fiorinia*)*gigas* = *Leucaspis gigas*. Wenn nun die *drimydis* genannte Art dieser gleicht (showing the four anal lobes extending some way into the body), so dürfte auch sie eine *Leucaspis* sein. Ich bin geneigt, das Tier für das zweite Stadium von *L. japonica* zu halten.

Überhaupt ist es wahrscheinlich, daß unter den von Maskell veröffentlichten Arten noch manche *Leucaspis* verborgen sind, z. B. bei *Fiorinia*. Leonardi hat eine derartige Vermutung betreffs *F. bambusae* und *F. tenuis* [59] ausgesprochen.

Auch Cockerells *Chionaspis exalbida*[1] habe ich in dem Verdacht, daß sie möglicherweise eine *Leucaspis* sein kann.

Leucaspis signoreti (Targ.) Sign. erschien nach Signorets Beschreibung und Abbildung [95] durch das Fehlen von Lappen hinreichend verschieden von der von mir aufgestellten *Leucaspis corsa* [105]. Sie war teoretisch möglich durch die Existenz der gleichfalls lappenlosen *L. pusilla*. Die Untersuchung des im K. K. naturhistorischen Hofmuseum in Wien aufbewahrten Originalmaterials, bestimmt durch Targioni-Tozzetti, Signoret und Löw, hat ergeben, daß *L. signoreti* ebenfalls Lappen besitzt, und daß die von Leonardi [107] getroffene Vereinigung von *L. signoreti* und *L. corsa* gerechtfertigt ist.

Nun zu der von Signoret als *Leucaspis pini* Hartig beschriebenen Art. Der Hartigsche Namen muß fallen, da unter ihm drei Arten verstanden werden können. Wenn auch nach den bisherigen Funden *Leucaspis pusilla* weniger in Betracht kommt, so bleiben immer noch *L. šulci* und die Signoretsche *L. pini*. Da nun schon Signoret vorschlägt, letztere eventuell *L. candida* (Targ.) zu nennen, so erschien es mir ratsam, diese Bezeichnung zu wählen.

Die von Leonardi aufgestellte *L. affinis* [41] kann ich nicht von *L. candida* trennen, wenn ich die Beschreibung berücksichtige. Die der Diagnose beigegebene Zeichnung läßt sich eher auf *L. pusilla* beziehen, wenn man die Beschreibung außer Acht läßt (vgl. Abb. 14 c_2). So viel kann man erkennen, daß die Art unhaltbar ist. Ich ziehe sie deshalb unter Vorbehalt zu *L. candida*.

Mit Einschluß der *L. kermanensis* [71] umfaßt die Gattung demnach folgende gut umschriebene Arten:

[1] T. D. A. Cockerell, South African Coccidae II. The Entomologist, Vol. XXXV, 1902, p. 112.

1. *Leucaspis candida* (Targ.) Sign.;
   — *cockerelli* (de Charm.) Green;
2. — *gigas* (Mask.) Lindgr.;
3. — *japonica* Ckll.;
4. — *kermanensis* Lindgr.;
5. *Leucaspis pistaciae* n. sp.;
6. *Leucaspis pusilla* Löw;
7. — *riccae* Targ., Leon.;
8. — *signoreti* (Targ.) Sign.;
   — *stricta* (Mask.) Leon.;
9. — *šulci* (Newst.) Šulc.

Leucaspis cockerelli und *L. stricta* blieben mir unzugänglich.

Bevor ich zur ausführlichen Beschreibung der Gattung und ihrer Arten übergehe, möchte ich dankbar der Herren gedenken, welche meine Untersuchung durch Überlassung von Material oder Literatur förderten, der Herren A. Berger-La Mortola, Italien; K. Bertsch-Mengen, Württemberg; Dr. C. Brick-Hamburg (Bernau und Istrien); Prof. Dr. K. Eckstein-Eberswalde; Dr. V. Guillen-Valencia, Spanien; Dr. A. Handlirsch-Wien; Dr. G. Leonardi-Portici, Italien; Eisenbahn-Oberexpeditor J. Lindinger-Erlangen; Dr. G. Lüstner-Geisenheim a. Rh.; Prof. Dr. P. Marchal-Paris (Frankreich, Algier, Cypern); A. C. F. Morgan-Porto, Portugal; Telegraphen-Oberexpeditor F. Nägele-München (Oberbayern); Prof. R. Newstead-Chester, England; W. Pfeiffer-Erlangen; Dr. L. Reh-Hamburg; Prof. Dr. Freiherr von Tubeuf-München; Prof. Dr. F. Vollmann-München (Oberbayern); H. Wendel-Schwabach bei Nürnberg; Prof. Dr. E. Zacharias-Hamburg (Korsika und Ravenna); L. Zorn-Steinau.

Die Mehrzahl der Fundorte hat das Pinus-Material der botanischen Museen in Berlin und Hamburg geliefert. Für die liebenswürdige Erlaubnis zur Durchsicht der betreffenden Sammlungen bin ich den Herren Geheimrat Prof. Dr. J. Urban-Berlin und Prof. Dr. A. Voigt-Hamburg zu vielem Dank verpflichtet, desgleichen Herrn Dr. Pilger-Berlin für seine freundliche Hilfe beim Durchsehen der Pinus-Sammlung.

Besonderen Dank schulde ich Herrn W. Weimar-Hamburg für die vorzügliche der Tafel zu Grund liegende Aufnahme.

Das Belegmaterial wurde der Coccidensammlung der Station für Pflanzenschutz in Hamburg einverleibt.

Leucaspis (Targ.) Signoret.

Schild in beiden Geschlechtern von annähernd gleicher Form [14], gewölbt, beim ♂ meist etwas schmäler, weiß, oft seidenglänzend, oder grauweiß, mitunter auch etwas bräunlich (*L. japonica*), lang und schmal, mehrmals länger als breit (*L. candida, L. gigas, L. japonica, L. pistaciae,*

L. riccae, L. signoreti) oder kürzer, plötzlich ziemlich verbreitert (*L. pusilla, L. šulci*) oder oval (*L. kermanensis*). Der Schild besteht aus der am Kopfende befindlichen, dunkel durchschimmernden Larvenhaut, aus dem von der Larve ausgeschiedenen länglichen (Larven-) Schild, der die Exuvie allseitig überragt, und der vom zweiten Stadium ausgeschiedenen Schildmasse; dazu kommt beim erwachsenen Weibchen noch die Exuvie des zweiten Stadiums, welche die Schildlänge fast stets erreicht. Die Haut ist mit der Schildmasse nur lose verbunden. Bauchschild vorhanden, dünn, weiß, bei den auf Kiefernnadeln lebenden Arten so fest mit der Unterlage verklebt, daß er schwer als Ganzes loszutrennen ist, und daß sich die Oberflächenskulptur der Nadeln auf der Schildmasse abprägt. Streng genommen muß zum Bauchschild des reifen Weibchens die Bauchhaut der Exuvie des zweiten Stadiums gerechnet werden. Die Schildmasse besteht in der Hauptsache aus Wachs, sie löst sich fast völlig in Alkohol und heißem Glyzerin; der Rest wird von Kalilauge angegriffen.

Die ovale Larve von *L. candida, L. gigas, L. japonica, L. pistaciae, L. riccae* und *L. signoreti* besitzt eine tiefe Naht zwischen Pro- und Mesothorax, welche der mehr elliptischen Larve von *L. kermanensis, L. pusilla* und *L. šulci* fehlt. Der Hinterrand der Larve zeigt bei allen Arten folgende Gliederung: In der Mediane zwei Vorwölbungen des Körperrandes, welche je eine mehr oder minder gut ausgebildete grobzähnige Platte tragen. Darauf folgt jederseits eine große Randdrüse, dann ein Lappen. Außerhalb der Lappen mehrere plattentragende Vorwölbungen, Randdrüsen und ventral[1] von den Drüsen gezähnte Platten. Zwischen Lappen und innerer Vorwölbung ventral je ein langes Haar, mehrere kurze über den Hinterrand zerstreut. Bei *L. kermanensis* sind die Platten sehr undeutlich gezähnt oder ungeteilt oder fehlen fast völlig.

Zweites Stadium länglich, mit schmälerem Vorder- und Hinterende, hinter der Mitte am breitesten, mit zwei Lappenpaaren. Lappen von gleicher Form wie bei der Larve. Zwischen den beiden Mittellappen zwei Platten und eine große Randdrüse, zwischen Mittel- und zweitem Lappen und den zahlreichen plattentragenden Vorwölbungen Platten und Drüsen in verschiedener Zahl. Dorsal rechts und links vom After, sowie weiter gegen den Seitenrand einige Drüsen von der Beschaffenheit der Randdrüsen; auf den nächsten Segmenten finden sie sich in größerer Zahl. Antennen rudimentär.

[1] In der Diagnose von *Cryptoparlatorea leucaspis* Lindgr. (Insektenbörse, XXII. Jahrg. 1905) findet sich die irrtümliche, bei der Korrektur leider übersehene Angabe: „Einsenkung mit Drüse am ventralen Grund einer Platte". Es muß heißen: „am dorsalen Grund". Bei allen Stadien von *Cryptoparlatorea, Gymnaspis, Leucaspis* und *Parlatorea* stehen die Platten ventral, die Drüsen, wenn solche vorhanden, dorsal.

Bei *L. pistaciae* und mehr noch bei *L. kermanensis* finden sich mancherlei Abweichungen, welche später in den Einzelbeschreibungen der Arten genannt werden.

Erwachsenes Weibchen dauernd in der erhärteten und dunkelgefärbten Haut des zweiten Stadiums eingeschlossen[1], länglich, mit schmälerem Vorder- und Hinterende, hinter der Mitte am breitesten. Hinterrand bei den einzelnen Arten verschieden ausgebildet, aber stets einfacher als beim vorausgegangenen Stadium. Große Rand- und Dorsaldrüsen fehlen, kleine Randdrüsen finden sich bei *L. pistaciae*. Perivaginale Drüsen bei *L. pistaciae* fehlend, sonst in einem flachen Bogen stehend, ununterbrochen aneinander gereiht oder in manchmal undeutlich abgegrenzte Gruppen verteilt. Weitere Drüsen gleicher Beschaffenheit, alle ventral, bei den meisten Arten auf den Nachbarsegmenten sowie über den Stigmen des Kopfteils.

Im Verlauf der Eiablage zieht sich das die Exuvie anfangs ausfüllende Weibchen allmählich nach dem oberen Teil der Exuvie zusammen; nach beendigter Eiablage, nach der es stirbt, mißt es nur noch ein Drittel der ursprünglichen Länge.

Einige Drüsen, ähnlich den perivaginalen des ♀ ad., sind auch über den Stigmen des Kopfteils beim zweiten Stadium vorhanden. Die Lappen zeigen besonders im Larven- und zweiten Stadium gleichfarbige chitinisierte Fortsätze in der ventralen Körperdecke. Das Tier ist in allen Stadien (mit Ausnahme des geschlechtsreifen Männchens und der Puppe) dorsiventral abgeplattet: die Unterseite ist fast völlig flach, die Oberseite mehr oder minder gewölbt.

Variation. Die Arten der Gattung sind in der Ausbildung der Merkmale sehr beständig. Diese ändern nur innerhalb enger Grenzen und fast ausschließlich am geschlechtsreifen Tier. So kann die Zahl der perivaginalen Drüsen wechseln, sie können Gruppen bilden oder sich ununterbrochen aneinander reihen; der dornförmigen Platten sind es bald weniger, bald mehr. In der Form der Platten treten bei manchen Arten ziemlich regelmäßig Verschiedenheiten auf, z. B. bei *L. pusilla.* Endlich findet sich mitunter eine vermehrte Zahl von Lappen. Doch genügen die Abweichungen in keinem Fall zur Abgrenzung einer Varietät.

Häutung vom zweiten Stadium zum reifen Weibchen. Während sich die Häutung vom Larven- zum zweiten Stadium in der bei den Diaspinen verbreiteten Weise vollzieht, indem die Ventralhaut quer vor den

[1] Vorübergehend ist das reife Weibchen bei allen Diaspinen von der Haut des zweiten Stadiums umschlossen, kurz vor der Häutung. Green hat das Übergangsstadium bei einigen Aspidioten beschrieben (On an intermediate „aonidiform" stage in *Aspidiotus.* Ent. Monthl. Mag. XXXII, 1896, p. 84). Gleiches Verhalten zeigen die Tiere in beiden Geschlechtern beim Übergang vom Larven- zum zweiten Stadium.

Mundteilen zerreißt und mit diesen nach dem Hinterende geschoben wird, weicht die Häutung beim Übergang vom zweiten Stadium zum reifen Weibchen in mancher Hinsicht ab. Obwohl die Bauchhaut der Exuvie unverletzt erscheint, finden sich die Mundteile doch, ganz wie bei anderen Gattungen, gegen das Hinterende verschoben. Green machte die gleiche Beobachtung an *Aonidia* und *Fiorinia;* er erklärt die Erscheinung damit, daß er ein außergewöhnliches Wachstum hauptsächlich im Vorderteil des Tieres annimmt [13, p. 26].

Das trifft nach meinen Beobachtungen bei *Leucaspis* nicht zu[1]. Wenn man die erhärtete kapselartige Exuvie, in der sich das Weibchen befindet, unter Vergrößerung betrachtet, so findet man, daß die Bauchhaut keine Lücke aufweist; trotzdem sind die Mundteile im Innern der Exuvie nach dem Hinterende verlagert. Wie das zu Stand kommt, habe ich in vielen Fällen, am deutlichsten bei *L. šulci* (Abb. 2 und 3), erkennen können. Das Wachstum ist in allen Teilen des Tieres gleichmäßig, die Mundteile bleiben bis kurz vor der definitiven Umwandlung am ursprünglichen Platz. Dagegen treten in ihrer Nachbarschaft Veränderungen auf: Nachdem das Tier die endgiltige Länge erreicht hat, entstehen vier Ausstülpungen der Haut um die Mundpartie, je eine breitere rechts und links, je eine schmälere oberhalb und unterhalb. Die Ausstülpungen wachsen gegeneinander und treffen schließlich aufeinander. Ihre Ränder verwachsen aber nicht, sondern bleiben durch einen Spalt getrennt, dessen Form durch seine Entstehung gegeben ist. Da die seitlichen Ausstülpungen die bedeutenderen sind, entsteht ein Längsspalt, der sich an den Endigungen in je zwei schräg nach oben, bezw. nach unten divergirende kleinere Spalte fortsetzt. Die Neubildungen bleiben in der Ebene der Bauchhaut. Die Mundpartie kommt hinter die entstandenen Partien zu liegen, wird abgestoßen und gegen das Hinterende geschoben. Unter dem Spalt befindet sich die Mundpartie des reifen Weibchens, der Rüssel tritt in der Mehrzahl der Fälle durch die untere Spaltgabelung nach außen (Abb. 2 und 3).

Wie diejenige Häutungsweise, bei der die Bauchhaut vor der Mundpartie zerreißt, in Hinsicht auf die Unfähigkeit der Diaspinen zum Ortswechsel die gegebene genannt werden muß, da sie dem Tier die Nähr-

[1] Die anderen Gattungen, die hier in Betracht kommen, habe ich daraufhin noch nicht untersucht. Nach vereinzelten Beobachtungen scheinen sie sich analog *Leucaspis* zu verhalten. Völlig gleich verläuft der Vorgang bei der von Leonardi *Aonidia pinicola* genannten Art (Due nuove specie die Cocciniglie. Ann. R. Sc. Sup. d'Agricolt. Portici, Vol. VI. 1906), die ich auf Zweigen zwischen den Kurztrieben von Pinus halepensis aus Limasol, Cypern (IV. 1859) aufgefunden. (Die Art dürfte übrigens, wie vielleicht die ganze Gattung *Aonidia,* mehr mit *Parlatorea* als mit *Aspidiotus* verwandt sein; *Aonidia ebeni* Green ist z. B. sicher eine *Gymnaspis.*)

pflanze in kürzester Zeit zu erreichen gestattet, ebenso muß die Häutungsweise bei *Leucaspis* zweckmäßig genannt werden. Auch hier kommt es darauf an, dem umgewandelten Tier die Nahrungsaufnahme auf dem kürzesten Weg zu ermöglichen.

Wenn Löw [5, p. 517] meint, die Tiere von *Leucaspis*, *Aonidia* und *Fiorinia*, welche die alte Haut nicht sprengen, erledigen sich ihrer dadurch, daß ihr Körper kleiner wird, sich von der Haut loslöst und zurückzieht, so muß das etwas anders gefaßt werden, um den Irrtum zu vermeiden, als sei nun das reife Weibchen bei den drei Gattungen im Verhältnis kleiner als bei anderen Diaspinengattungen. Das ist nicht der Fall. Davon abgesehen, daß sich das innerhalb der Exuvie des vorausgegangenen Stadiums frisch behäutete Tier bei allen Diaspinen etwas zusammengezogen hat und so zuerst immer etwas kleiner ist, erlangt das Tier zweiten Stadiums der drei genannten Gattungen eine außergewöhnliche Größe. Es ist somit nicht das reife Weibchen kleiner, sondern das Weibchen zweiten Stadiums größer als in anderen Gattungen.

Unbekannt ist mir geblieben, wie die Begattung des eingekapselten Weibchens stattfindet.

Ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich in der Umwandlung der Exuvie des zweiten Stadiums zu einer kapselartigen Hülle eine Einrichtung zum Schutz der Eier — die *Leucaspis*-Arten sind meist ovipar — und der jugendlichen Larven erblicke. Wie die Larven, die in der Haut ziemlich heranwachsen, die starre Exuvie verlassen, konnte ich nicht ausfindig machen. Newstead[1] bezeichnet für den ähnlichen Fall von *Gymnaspis* die Analöffnung als mögliche, jedoch unwahrscheinliche Austrittsstelle. Ich vermute, daß die Larven in diesen und anderen ähnlichen Fällen die Exuvie in den Nähten der dünnen Bauchhaut durchbrechen.

Die Anhangsgebilde des Hinterrandes[2]. Das Pygidium zeigt Lappen, Platten und chitinisirte Vorwölbungen des Körperrandes. Die Lappen sind auf den Hinterrand beschränkt, die beiden anderen Gebilde finden sich auch am hinteren Teil der Seitenränder. Zwischen allen dreien besteht zunächst ein Zusammenhang insofern, als Lappen und viele Platten den Vorwölbungen aufsitzen. Im Grund sind Lappen wie Platten weiter nichts als stark chitinisirte Fortsätze der ventralen Körperdecke. Die Vorwölbungen lassen sich durch die Einsenkung der Drüsenmündungen in den Hinter- und Seitenrand entstanden denken. Das zweite Stadium weist manchmal Übergangsformen von Lappen zu Platte auf; so findet

[1] R. Newstead, Monograph of the Coccidae of the British Isles. London 1901, Vol. I, p. 130.

[2] Wenn nicht anders bemerkt, ist stets der Hinterrand des Analsegments gemeint.

sich besonders bei *Leucaspis candida* an der dem zweiten Lappen nächstfolgenden Vorwölbung eine derbe, wenig- und kurzzähnige Platte von der für die Lappen bezeichnenden dunkler gelben Färbung[1]. Auch das reife Weibchen zeigt Übergänge zwischen den, rückgebildeten Platten entsprechenden, Dornen und den Lappen, wiederum sehr hübsch bei *L. candida* zu beobachten. Der Hinterrand weist bei dieser Art meist drei Paare kurzer kegelförmiger gelber Lappen auf, welche inmitten der Dornen stehen. Häufig erscheint nun noch ein viertes Paar, das sich von den Dornen nur durch die mindere Länge und stärkere Chitinisirung unterscheidet, in der Form aber mit ihnen übereinstimmt.

Wie zahlreiche Rückschläge beweisen, sind die „Dornen" als rückgebildete Platten aufzufassen. Bei *Leucaspis candida* sind Verzweigungen der Dornen schon seit Signoret bekannt; *L. japonica* und *L. riccae* zeigen zwischen den Dornen noch echte Platten, und bei *L. pusilla* konnte ich alle möglichen Übergangsformen zwischen Dorn und Platte beobachten oder Rückschläge, wenn man es lieber so nennen will. Einmal kommen völlig unverzweigte „Dornen" vor, wie sie Löw für die Art angibt; dann wieder treten welche auf, die einseitig fein gesägt sind. Andere besitzen beiderseits feine Zähne, und schließlich zeigt sich mitunter die Spitze der Dornen in mehrere feine Zähne aufgelöst. Die gezähnten Formen finden sich meist unter den unverzweigten Dornen, aber selten mit solchen von differirender Zähnelung. Interessant ist übrigens, daß *L. pusilla* zwar Dornen, aber keine Lappen aufweist; dafür sind nicht selten einzelne Platten kürzer, lappenähnlich, jedoch ohne abweichende Färbung.

Mit Rücksicht auf diese Rückschläge und auf die im zweiten und im Larvenstadium vorhandenen breiten Platten kann angenommen werden, daß *Leucaspis* von Formen abstammt, welche *Parlatorea* und mehr noch *Syngenaspis* nahestehen.

Die Ursache der Rückbildung ist durch die Bestimmung der Platten gegeben. Zieht man in Betracht, daß das reife Weibchen eingeschlossen ist, rückgebildete Platten besitzt, manchmal auch gar keine, daß es die Rand- und die großen Dorsaldrüsen verloren hat, daß dagegen beim zweiten Stadium sowohl Platten wie Drüsen vorhanden und zwar zahlreich und in guter Ausbildung vorhanden sind, daß die Drüsenmündungen ventral von Platten begleitet werden, daß auch *Aonidia*, *Cryptoparlatorea* und *Gymnaspis* ähnliche Verhältnisse aufweisen, so kommt man zu dem Schluß, daß die Platten mit der

[1] An älteren Tieren des zweiten Stadiums ist übrigens der ganze Hinterrand, vor allem an den Drüsenmündungen, so gefärbt.

Schildbildung zusammenhängen. Bei anderen Diaspinen-Gattungen wird der Schild von drei Stadien aufgebaut, bei *Leucaspis* und den Gattungen ähnlichen Verhaltens nur von zwei; denn das reife Weibchen ist ja eingeschlossen und außer Stand, sich zu beteiligen. Das zweite Stadium muß also den Teil der Arbeit allein bewältigen, bei welchem ihm in anderen Gattungen das ♀ ad. hilft. Damit hängt vielleicht auch zusammen, daß bei *L. candida, L. gigas, L. japonica, L. riccae* und *L. signoreti* schon die Larve eine ganz stattliche Größe erreicht.

Ich nehme nun an, daß den kammartigen Platten die Aufgabe zufällt, die aus den Drüsen austretende Wachsmasse zu zerteilen. Die Lappen dürften mit der Anfügung des also behandelten Wachses an den schon vorhandenen Schildteil bezw. an die Larvenhaut zu tun haben[1]. Ist das die Aufgabe von Lappen und Platten, so sind sie dem Weibchen überflüssig, falls es sich an der Schildbildung nicht beteiligen kann. In der Tat, man findet in allen ähnlichen Fällen, daß die genannten Anhangsgebilde beim reifen Weibchen einen vereinfachten Bau zeigen oder ganz wegfallen. Auch die Zahl der Wachsdrüsen nimmt ab oder wird gleich Null.

Zur Unterstützung der geäußerten Ansicht möge ein Vergleich zwischen *Leucaspis* und *Parlatorea* angestellt werden. Das zweite Stadium der letztgenannten Gattung besitzt nicht den Reichtum an Platten und Drüsen, den das reife ♀ aufweist. Bei *Leucaspis* hingegen ist die Entwicklungshöhe schon vom zweiten Stadium erreicht. Das Gleiche gilt von einigen anderen Gattungen. Die Stadien von *Leucaspis* und *Parlatorea* ordnen sich unter diesem Gesichtspunkt wie folgt:

Parlatorea ♀.	*Leucaspis* ♀.
Larve.	Larve.
Zweites Stadium.	————
Weibchen ad.	Zweites Stadium.
—	Weibchen ad.

Daß das erwachsene Weibchen an der Schildbildung tatsächlich unbeteiligt ist, läßt sich leicht beweisen. Einmal ist es ja Beweis genug,

[1] Unbeschadet der Ansicht Newsteads [l. c. I, p. 75], der in den Lappen Werkzeuge zum Wegstreifen von Haarbildungen der Nährpflanzen vermutet. Mit Rücksicht darauf, daß Arten mit stark entwickelten Lappen häufig auf filzig behaarten Pflanzenteilen gefunden werden, scheint es mir sehr wahrscheinlich, daß die Lappen die erwähnte Verwendung finden.

daß das Tier nicht aus der Haut des zweiten Stadiums heraustritt. Innerhalb der Exuvie ist von einer Wachsausscheidung, welche der im Schild enthaltenen Masse identisch wäre, nichts zu bemerken. Zweitens ist bei allen schildbildenden Diaspinen die Schildmasse auch dem Hinterende der Exuvien angefügt, nur das Hinterende des zuletzt Schildmasse absondernden Stadiums bleibt frei, in den meisten Fällen ist es das erwachsene Weibchen, bei *Leucaspis* etc. das zweite Stadium.

Was die Bestimmung der kammartig gezähnten Platten betrifft, so müssen derartige Platten unter der Voraussetzung der Richtigkeit ihrer wachszerteilenden Tätigkeit auch bei anderen Diaspinen auftreten, deren Schild sich durch größeren Wachsgehalt auszeichnet. Wir finden sie denn auch bei *Aspidiotus*-Arten (z. B. *A. hederae, A. palmae*), *Gymnaspis*, *Lepidosaphes*-Arten, *Morganella, Parlatorea, Syngenaspis* usw.

Zur Aufklärung der Funktion der perivaginalen Drüsen kann vielleicht die Beobachtung beitragen, daß die Eier der *Leucaspis*-Arten von einem Gewirr aus Wachsfäden umgeben sind. Derartige Umhüllungen sind ja auch bei anderen Diaspinen bekannt, z. B. bei *Diaspis pentagona*. Bei *Leucaspis* besitzt nun das Weibchen außer den perivaginalen Drüsen keine weiteren Drüsen in der Anzahl, daß sie bei der Abscheidung der Wachsfäden in Betracht kämen. Wenn man annimmt, daß die perivaginalen Drüsen die Eier mit Wachsfäden, die offenbar eine Schutzvorrichtung darstellen, umhüllen sollen, so erklärt sich damit das Fehlen der besagten Drüsen bei viviparen Formen[1].

Das sogenannte Miniren beobachtete ich bei *Leucaspis japonica* und in sehr geringem Grad bei *L. kermanensis*. Die unbeschildeten Larven kriechen (in Folge von negativer Phototaxis?) in Rindenrisse u. dergl. und drängen heranwachsend sich und den mittlerweile abgesonderten Schild unter die losreißenden und mit dem Schild verklebenden Rindenteilchen.

Verwandtschaft und systematische Stellung. *Leucaspis*, (ebenso *Syngenaspis*,) besitzt viel Gemeinsames mit *Parlatorea*[2]. Wie schon erwähnt (p. 8) differiren die Gattungen vor allem in der Anordnung der perivaginalen Drüsen. Die kammartigen Platten, die Randdrüsen und Hinterrandsvorwölbungen, die Verbreitung dieser Gebilde über die Abdominalsegmente, die rötliche Färbung der Tiere[3], die geringe Verschiedenheit des ♂ Schildes von

[1] Vergl. die Anmerkung 3 auf Seite 5.

[2] Vergl. Šulc [34, p. 19]: „From the presence of analogous cylindrical and fringed ducts in the genus Leucaspis we can judge, that Leucaspis, Parlatorea, Syngenaspis form a natural group (tribus).“

[3] Diese Färbung kommt aber auch sonst vor, z. B. bei Arten der Gattung *Pseudoaonidia*, welche durch die eigenartige Felderung der Dorsalseite des Analsegmentes ausgezeichnet ist.

dem des Weibchens, alle diese Merkmale kehren in ähnlicher Ausbildung bei den drei Gattungen wieder. Die größere Übereinstimmung der Merkmale zwischen *Leucaspis* und *Syngenaspis* deutet auf eine engere Verwandtschaft zwischen beiden. Die Tatsache, daß das erwachsene Weibchen von *Leucaspis* eine abweichende Lebensweise führt und infolgedessen eine besondere (rückläufige) Ausbildung des Hinterrandes erfahren hat, genügt nicht, *Leucaspis* aus der Nähe von *Syngenaspis* zu entfernen. Zudem ist es mir geglückt, ein Tier aufzufinden, daß sich zu *Parlatorea* verhält wie *Leucaspis* zu *Syngenaspis*. Die schon mehrmals genannte *Cryptoparlatorea*[1] besitzt im reifen Weibchen das Aussehen einer *Leucaspis*, was durch den gleichlautenden Speziesnamen der bis jetzt einzigen Art angedeutet wurde. Das Vorhandensein von Randdrüsen und die mit *Parlatorea* übereinstimmende Stellung und Zahl der perivaginalen Drüsengruppen, ferner die Hinterrandstruktur des zweiten Stadiums und der Larve bezeugen die nahe Verwandtschaft mit *Parlatorea*. Das reife Weibchen bleibt wie bei *Leucaspis* in der Exuvie des zweiten Stadiums eingeschlossen. Die Hinterrandstruktur des zweiten Stadiums ähnelt am meisten derjenigen des reifen Weibchens von *Parlatorea aonidi(ae)formis*, welches sich gleich *Parlatorea zizyphi* (♀ ad.) von den anderen *Parlatorea*-Arten dadurch unterscheidet, daß es in der großen Exuvie des zweiten Stadiums halb eingeschlossen ist. Leonardi stellte die beiden Arten deshalb in eine eigene Untergattung *Websteriella*[2].

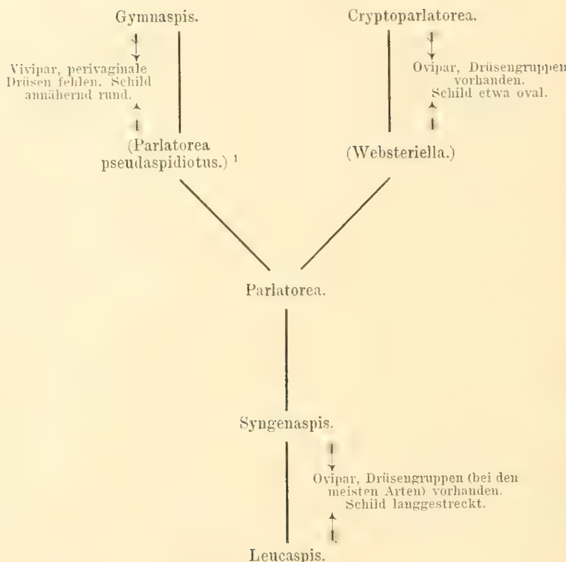
Die Ähnlichkeit, welche zwischen *Leucaspis* und *Websteriella* in Bezug auf die Beteiligung der Exuvie des zweiten Stadiums an der Schildbildung besteht, hat auch Leonardi in Erwägung gezogen; aber unter anderem hat ihn die normale Ausbildung des Hinterrandes bei den erwachsenen Weibchen von *Websteriella*[3] abgehalten, *Leucaspis* in die Gruppe der *Parlatoreae* einzubeziehen.

Da dieses Bedenken durch die Existenz von *Cryptoparlatorea* m. E. hinfällig ist, muß *Leucaspis* unbedingt in die Gruppe der *Parlatoreae* eingereiht werden. Die Gruppe enthält demnach folgende Gattungen: *Cryptoparlatorea, Gymnaspis, Leucaspis, Parlatorea, Syngenaspis*. Stellt man diese Gattungen nach ihrer mutmaßlichen Verwandtschaft zusammen, so erhält man unter Berücksichtigung von Zwischenformen ungefähr folgende Anordnung:

[1] Vergl. die Anmerkung auf Seite 12.

[2] Sistema delle „Parlatoriae". Riv. di pat. veg. VIII, 1901, p. 209.

[3] [90, p. 17]: „Però in queste *Websteriella* non vi ha sensibile riduzione nella armatura del pigidio da ninfa a femmina adulta . . . ."



Dabei ergibt sich die interessante Tatsache, daß die Endglieder der drei Reihen rückgebildete Formen darstellen. Das Eingeschlossenbleiben des reifen Weibchens, als Schutzmaßregel zu betrachten, ist in der gleichen Gruppe dreimal erreicht worden, in jedem Fall für sich, unabhängig von den andern. Für die Systematik hat das Verhalten des Weibchens deshalb nur den relativen Wert eines biologischen Merkmals.

Wenn diese Formen als rückgebildet bezeichnet werden, so geschieht das nur im Hinblick auf die Gliederung des Hinterrandes. Im entwicklungsgeschichtlichen Sinn sind alle Formen, bei denen das reife Weibchen in der Exuvie des zweiten Stadiums eingeschlossen bleibt, als hochdifferenzirt aufzufassen, als eine Weiterbildung in der Entwicklungsrichtung, welche die Diaspinentypen geschaffen hat. Die Diaspinen selbst sind als sehr hochstehende Coccidenformen zu betrachten.

Nährpflanzen. Die Arten der Gattung sondern sich nach ihren Nährpflanzen in zwei biologische Gruppen. Die eine Gruppe lebt nur auf Kiefern-

[1] Insektenbörse, XXII. Jahrg. 1905, p. 131.

nadeln[1]; zu ihr gehören *L. candida*, *L. pusilla*, *L. signoreti*, *L. šulci* (und *L. monophylla*). Zwischen den einzelnen Pinus-Arten und den Arten von *Leucaspis* besteht nach meinen Feststellungen kein Zusammenhang der Art, daß eine bestimmte *Leucaspis*-Art an eine oder wenige Pinus-Arten gebunden ist. Vielmehr kann jede von den soeben genannten Arten auf jeder in ihrem Verbreitungsgebiet vorkommenden Pinus-Art auftreten. Doch scheint es, als ob die feinnadeligen Kiefernarten hauptsächlich *L. pusilla* beherbergen; die größeren Formen, wie z. B. *L. candida*, bedürfen offenbar einer breiteren Basis. *L. šulci* findet sich gleichmäßig auf fein- und breitnadeligen Kiefern und zeigt auf diesen massigere Entwicklung als auf jenen.

Die zweite Gruppe, *L. cockerelli*, *L. gigas*, *L. japonica*, *L. kermanensis*, *L. pistaciae* und *L. stricta*, findet sich auf Blatt- und Stammteilen monokotyler und dikotyler Gewächse.

Hervorzuheben ist, daß an den Saugstellen der Läuse auf Pinus niemals Harzaustritt bemerkt wird. Obwohl nach geringfügigen Verletzungen die Nadeln von Pinus halepensis z. B. so reichlich Harz ausfließen lassen, daß sie oft wie lackirt aussehen, versagt das natürliche Schutzmittel der Kiefern den Schildläusen gegenüber. Diese wissen sich durch eine von Büsgen und anderen[2] konstatirte aus Absonderungen der Tiere gebildete Schutzscheide der Saugborsten dagegen zu schützen[3].

Die auf den Nadeln sitzenden weißen Läuse sind ihrerseits den sonst, wie gesagt, recht häufigen Harzausscheidungen der Nadeln sehr ähnlich, da das ausgetretene erhärtete Harz in der äußeren Schicht verwittert und sich weiß verfärbt. Mit dieser Ähnlichkeit steht vielleicht die Tatsache in Zusammenhang, daß den Läusen von Vögeln nicht nachgestellt wird.

[1] Reh [145, p. 18] gibt an, Signoret habe *L. pini* (= *candida*) auf den Nadeln verschiedener „Tannen" gefunden. Ich glaube, das Wort „pins", das Signoret gebraucht [22, p. 102: Cette espèce se trouve sur les aiguilles de divers pins.], wird am besten durch „Kiefern, Arten der Gattung Pinus" wiedergegeben. „Pin" kann sonst ebensowohl „Kiefer" (Pinus), wie „Fichte" (Picea) und „Tanne" (Abies) bedeuten. Später [l. c. p. 642 (480)] nennt Signoret selbst als Nährpflanzen von *Leucaspis candida* „*Pinus laricio* et autres".

Rehs Angabe des Vorkommens von *L. pini* auf Abies [145, p. 35] ist auf den gleichen Irrtum zurückzuführen.

[2] M. Büsgen, Der Honigtau. Biologische Studien an Pflanzen und Pflanzenläusen. Jena 1891.

J. Kochs, Beiträge zur Einwirkung der Schildläuse auf das Pflanzengewebe. Jahrb. Hamb. Wiss. Anst. XVII, (1899), 3. Beih. 1900.

[3] Auf der gleichen Ursache beruht das Fehlen eines Harzaustrittes aus den Saugstellen von *Aspidiotus abietis* (Schr.) Löw auf Abies, Picea und Pinus, von *Chionaspis pinifolii* (Fitch) Comst. und *Lepidosaphes newsteadi* (Šulc) Fern. auf Pinus.

Die Nadeln können an allen Teilen von den Läusen befallen werden, doch lassen die einzelnen *Leucaspis*-Arten hierin Verschiedenheiten erkennen. Während *L. candida* und *L. signoreti* am mittleren Teil und meist auf der Innenseite der Nadeln sitzen und nur bei stärkerem Befall auch die Außenseite, die morphologische Unterseite, besiedeln, bevorzugen *L. pusilla* und *L. šulci* den Nadelgrund. Hier finden sie sich unter dem Schutz der Schuppen des Kurztriebs allseitig, bei stärkerer Besetzung wandern die Tiere aufwärts auf die Innenseite der Nadeln. Ob *L. pusilla* und *L. šulci* ein stärkeres Schutzbedürfnis haben als *L. candida*? Ich möchte bemerken, daß die beiden erstgenannten Arten ihre weiteste Verbreitung in den Mittelmeerländern besitzen, wogegen das Verbreitungszentrum von *L. candida* in Mitteleuropa zu liegen scheint. Recht gut würde mit einem stärkeren Schutzbedürfnis gegen Kälte und dergl. übereinstimmen, daß *L. šulci* gerade in Mitteleuropa häufiger als am freien Teil der Nadeln an deren Grund unter den Schuppenblättern sitzt, während sie im Süden nach meinen Beobachtungen durchweg am freien Nadelteil zu finden ist.

Verbreitung. Mit Sicherheit sind mir *Leucaspis*-Arten zur Zeit aus Afrika, Asien, Australien und Europa bekannt. Die kiefernbewohnenden Arten sind bis jetzt ausschließlich in der paläarktischen Region gefunden, innerhalb dieses Bereiches aber weit verbreitet; sie folgen der Gattung Pinus. Während *L. pusilla* in sämtlichen Randländern des Mittelmeeres vorkommt, wo Kiefern gedeihen, wurden mir *L. candida* und *L. šulci* aus Nordafrika nicht bekannt. *L. signoreti* scheint auf wenige Punkte am und im Mittelmeer beschränkt zu sein. Die Verbreitung nach Norden und Osten ist bei den einzelnen Arten verschieden. *L. šulci* z. B. ist in Deutschland entschieden sehr häufig, *L. candida* nicht gerade selten, während *L. pusilla* nur ausnahmsweise, gewissermaßen versprengt, in Mitteleuropa auftritt. Kleinasien besitzt, wenn wir Cypern dazurechnen, alle vier auf Kiefernnadeln lebenden *Leucaspis*.

Obwohl verhältnismäßig noch sehr wenige Beobachtungen vorliegen, läßt sich doch annehmen, daß damit die Grenzen der Verbreitung dieser Arten nach Süden und Osten genannt sind. Pinus-Arten kommen zwar noch in Sibirien, im Himalaja, in Japan, auf den Liu-kiu-Inseln und auf den Philippinen vor, doch habe ich auf dem von mir untersuchten ziemlich reichlichen Material aus diesen Gegenden niemals eine *Leucaspis* gefunden. Ebensowenig beherbergen die nord- und mittelamerikanischen Kiefern eine Art dieser Gattung. Hier tritt die im Aussehen einer *Leucaspis* sehr ähnliche *Chionaspis pinifolii* (Fitch) Comst. auf, die über ein ungeheures Gebiet verbreitet ist[1].

[1] Fernald gibt sie aus Kanada und den Vereinigten Staaten an. Sie ist aber auch in Mexiko sehr häufig. Die betreffenden Fundorte werde ich an anderer Stelle veröffentlichen.

Aus einigen Mittelmeerländern, vorzüglich aus Italien, ist *Leucaspis riccae* bekannt geworden. Meines Erachtens dürfte sich ihre wirkliche Verbreitung mit der des Ölbaums decken.

Die durch das Fehlen des Drüsenbogens auffallende *L. pistaciae* habe ich auf Pistacia Lentiscus aus Cypern erhalten.

Leucaspis kermanensis fand ich auf Populus und Salix in Persien, Provinz Kerman (Kirman), Yesd (Jesd). Über ihre Verbreitung läßt sich nichts sagen.

Innerhalb der äthiopischen Region tritt *Leucaspis cockerelli* auf, in Mauritius gefunden. Die Art gehört gleichzeitig zur indischen Region, da sie auch in Ceylon vorkommt. *Leucaspis japonica* ist die einzige zur Zeit aus Japan bekannte Art, die indessen auch in Brasilien vorhanden zu sein scheint; ob indessen hier ursprünglich oder verschleppt, müssen spätere Untersuchungen zeigen.

Ebenso bleibt es der Zukunft vorbehalten, klarzulegen, ob das Auftreten von *Leucaspis*-Arten in Neuseeland (auch Australien?) mit dem Vorkommen der eben genannten Arten in Ceylon und Japan durch Zwischenstationen verknüpft ist.

Gemeinsames Vorkommen mehrerer Arten. In Deutschland und Österreich leben *L. candida* und *L. šulci* an den meisten Fundorten gemeinsam, oft auf derselben Nadel. Im Süden finden sich *L. pusilla* und *L. šulci* häufiger zusammen. Je eine der mir vorliegenden *Leucaspis*-Besetzungen aus Korsika und Cypern läßt am Nadelgrund *L. pusilla*, auf den übrigen Teilen der Nadel *L. signoreti* erkennen. In der Chermotheca italica ist unter Nr. 19 aus Portici neben *L. pusilla L. candida* vorhanden.

Gemeinsames Vorkommen mit anderen Diaspinen. Häufig finden sich auf Kiefern deutscher Standorte neben *Leucaspis* noch *Aspidiotus abietis* (Schr.) Löw[1] und *Lepidosaphes newsteadi* (Šulc) Fern. Auf den Kiefern von Valencia fand ich neben *L. šulci* ebenfalls *Aspidiotus abietis*. Auf Pinus aus Italien entdeckte ich einmal *Aonidia lauri* (Bché) Sign. [in der Chermotheca italica, Fasc. I, Nr. 19] und einmal *Diaspis juniperi* (Bché) Sign. auf Pinus filifolia von Neapel. Ein Irrtum derart, daß diese Tiere zufällig, etwa bei der Aufbewahrung oder während der Präparation, hinzugekommen seien, ist ausgeschlossen. Denn in beiden Fällen war das Tier festgesogen, die Schilde waren der Nadel angedrückt und mit den Schilden der benachbarten *Leucaspis* verklebt. *Leucaspis riccae* saugt oft in Gesellschaft von *Parlatorea calianthina* Berl. e Leon. *L. pistaciae* ist in dem mir vorliegenden Material mit einem *Chrysomphalus* vergesellschaftet (von Herrn Prof. Dr. P. Marchal als *Aonidia* [*Chrysomphalus*] *aurantii* bestimmt).

[1] Nicht Sign., wie ich früher angegeben habe [39].

Was die Individuenzahl der einzelnen Arten von *Leucaspis* betrifft, so konnte ich bisher nur bei *L. signoreti, L. pusilla* und *L. šulci* feststellen, daß die Besetzung eine solche Stärke erreicht, daß das Saugen der Tiere stark schädigend zunächst auf die befallenen Nadeln wirkt[1]. Besonders *L. pusilla* ruft eine Verfärbung der Nadeln hervor und kann das Absterben derselben verursachen, wie ich an Material aus Nordafrika bemerkte. Auch in Korsika treten hierher gehörige Schildläuse massenhaft auf. Nach mündlicher Mitteilung des Herrn Prof. Dr. E. Zacharias sind auf der genannten Insel die Kiefern oft ganz weiß, wie überschneit. Wenn auch die Zweige, welche Herr Prof. Zacharias in Vizzavona gesammelt hat, neben *L. pusilla* noch *L. signoreti* in übergroßer Individuenzahl (Abb. 1) aufweisen, so halte ich doch erstere für den bedeutenderen Schädling, der, zwar kleiner, aber stets sehr zahlreich und meist am Nadelgrund saugend, die Gewebe der Nährpflanze in höherem Grad beeinflußt als die größere Art, welche die anderen Nadelteile besetzt hält. Man muß dabei berücksichtigen, daß der Nadelgrund weicher und weniger widerstandsfähig ist als die freien Nadelteile.

Auf *L. pusilla* beziehe ich auch die Angaben Riklis über weiße in Korsika als Forstschädlinge auftretende Schildläuse[2], worauf mich Herr Prof. Zacharias aufmerksam machte. Rikli schreibt [l. c. p. 341]: „Die Nadeln junger Bäume[3] sind oft über und über von Schildläusen befallen, so daß solche Exemplare wie mit leichtem Schnee bedeckt erscheinen. Besonders im untern Teil des Bergwaldes von Bonifato litt der Nachwuchs sehr unter diesem Forstschädling; wir sahen zahlreiche Zweige und viele junge Pflanzen, die vollständig zu Grunde gerichtet waren. In den oberen Lagen war dagegen von dieser Schädigung nichts mehr zu sehen.“ Und [p. 352]: „Viel rascher[4] und mehr das Jungholz befallend, arbeiten die Schildläuse, die wir hauptsächlich in den unteren Teilen des Bergwaldes von Bonifato auf Pinus Pinaster angetroffen haben.“ Das von Herrn Prof. Zacharias bei Bonifato gesammelte Material enthält nur *L. pusilla*.

---

[1] Vergl. Frank [141]: „*Aspidiotus Pini* Hartig an der Basis der Kiefernnadeln, welche bei starker Befallung dadurch absterben können.“ Rudow [138]: „*Aspidiotus pini*, mit weißem Sande (!) bedeckt und darunter versteckt, Anisophleba pini, Lachnus agilis, pineti und pini sitzen klumpenweise an den Nadeln, saugen auch an jungen Schößlingen (*Asp. pini?*) und bewirken Verkrüppelungen und Vergilbungen.“ Leider war es mir nicht möglich, von Herrn Prof. Rudow Material zu erhalten.

[2] Rikli, Botanische Reisestudien auf einer Frühlingsfahrt durch Korsika. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich, 47. Jahrg., 1902.

[3] Gemeint sind Pinus Pinaster und P. Laricio.

[4] Als Mistel und Lariciopilz.

Von *L. šulci* liegen mir aus Schwabach bei Nürnberg einige Besetzungen vor, welche direkte Schädigung der Nadeln erkennen lassen. Die in der Umgegend von Schwabach verbreitete Coccide findet sich besonders auf den Kiefern der Waldungen Eichwasen (auf Lehmboden) und Prünst (Sand) in Krusten übereinander sitzend; die Nadeln der Kiefern, im Durchschnitt 30 mm lang, sind nicht selten gelb verfärbt. Herr Wendel, dem ich Material und Notizen verdanke, schrieb mir, daß sich die Coccide in jungen kräftigen Schlägen nur in geringer Zahl und vorwiegend auf den Nadeln der unteren älteren Zweige vorfindet; am häufigsten ist sie auf Kiefern von 15—30 m Höhe (Prünst). Im Eichwasen ist sie fast auf jeder Kiefer vorhanden (Höhe der Bäume 6—7 m).

Parasiten und Feinde. Die *Leucaspis*-Arten werden stark von Schlupfwespen heimgesucht, Reh [145] nennt für die deutschen Arten Coccidencyrtus berlesei Ashmead. Die Milben, welche so häufig in der ausgefressenen Haut von Schildläusen gefunden werden, nähren sich wohl nur von toten Tieren bezw. den von Schlupfwespen hinterlassenen Resten. Vögel scheinen die *Leucaspis* zu verschmähen. Pilzbefall wurde mehrfach beobachtet.

Einteilung der Gattung. Leonardi hat die eine natürliche Einheit bildende Gattung in drei Untergattungen *Leucaspis, Anamaspis* und *Actenaspis* zerrissen [20], die er im Verlauf seiner Untersuchung zu selbstständigen Gattungen erhebt. Die Einteilung stützt sich auf die Struktur des Hinterrandes beim erwachsenen Weibchen. Nun ist dieser Hinterrand rückgebildet und zwar in verschiedenem Grad und verschiedener Richtung, so daß vergleichsweise starke Unterschiede vorliegen, wenn man nur das reife Weibchen berücksichtigt. Im Larven- und zweiten Stadium gleichen sich aber die einzelnen Arten derart, daß es nicht angeht, etwas anderes als Art- oder höchstens Gruppenmerkmale in den Unterschieden zu sehen. Aus diesem Grund ist eine Spaltung der Gattung zu verwerfen.

Außerdem sind die beiden Namen *Anamaspis* und *Actenaspis* wertlos, weil Leonardi die beide „Gattungen" unterscheidenden Merkmale vertauscht. Einmal teilt er ein [l. c. p. 4]:

Subgenera generis *Leucaspis*.

I. Pygidium pectinibus instructum:
   A. Pygidium trullis auctum .... Leucaspis Targ. (s. str.).
   B. Pygidium trullis destitutum .... Anamaspis n. subg.
II. Pygidium pectinibus nullis .... Actenaspis n. subg.

Dann schreibt er [l. c. p. 22]: „Anamaspis n. gen. *Foemina differt a foemina generis* Leucaspis *trullis parum evolutis et pectinibus nullis*" und [p. 25]: „Actenaspis n. gen. Foemina *in pygidio pectinibus instructa et trullas (!) destituta*". Was ist nun richtig?

Auch die Bezeichnung *Leucaspis* für eine Untergattung ist hinfällig, da Leonardi mit Stillschweigen darüber hinweggeht, daß schon eine Einteilung der Gattung vorhanden ist. Ich habe 1905 [40] die beiden Sektionen *Euleucaspis* (mit *L. corsa* = *L. signoreti*) und *Salicicola* (mit *L. kermanensis*) aufgestellt. Es ist kein Grund vorhanden, diese Einteilung umzustoßen. Ich behalte sie um so mehr bei, als ich mich bei ihrer Aufstellung von dem Grundsatz habe leiten lassen, daß bei der systematischen Gliederung einer Gattung nicht das erwachsene Weibchen allein maßgebend ist, sondern daß die Art von allen Stadien gebildet wird, welche sie umschließt. Ich habe diesen Grundsatz leider nicht durchaus verfolgen können, da mir die Stadien des Männchens meist fehlten; ich mußte mich auf die Stadien des Weibchens beschränken.

Einteilung der Gattung *Leucaspis*.

Schild langgestreckt, von vorn nach hinten verbreitert. Pygidium der Larve und des zweiten Stadiums mit kammartig gezähnten, von den Lappen deutlich unterschiedenen Platten

I. Sektion: ***Euleucaspis*** (p. 28).

Schild elliptisch bis oval. Pygidium der Larve und des zweiten Stadiums mit Lappen und den Lappen ähnlich geformten Platten

II. Sektion: ***Salicicola*** (p. 47).

Euleucaspis.

A. Larve mit scharf einschneidender Naht zwischen Pro- und Mesothorax. Schild allmählich verbreitert (*Suturaspis*).

a. Lappen des Larven- und zweiten Stadiums und des ♀ ad. ungeteilt. Echte Platten dem ♀ ad. meist fehlend.

α. Lappen länger als breit; Unterrand fast geradlinig.

† Lappen im Umriß umgekehrt-schrägdreieckig, gegen die Basis deutlich verschmälert; innere Ecke des Unterrandes stark vorgezogen. ♀ ad. mit Lappen, dornförmigen, an der Spitze etwas verbreiterten Platten und einem Drüsenbogen. Auf Pinus .... 1. ***L. candida*** (p. 28).

†† Lappen im Umriß etwa rechteckig, gegen die Basis nicht oder undeutlich verschmälert; innere Ecke nicht oder (bei der Larve) nur wenig vorspringend. ♀ ad. mit Lappen, dornförmigen, an der Spitze nicht verbreiterten Platten und mindestens zwei Drüsenbogen. Auf Pinus..... 2. ***L. signoreti*** (p. 34).

β. Lappen breiter als lang, gegen die Basis verschmälert; mit konvexem Unterrand. ♀ ad. mit Lappen, dornförmigen, manchmal in einige Zähne aufgelösten Platten und einem Drüsenbogen. Auf Olea .... 3. ***L. riccae*** (p. 35).

b. Lappen des Larven- und zweiten Stadiums gezähnt oder dreilappig.

αα. Lappen des Larven- und zweiten Stadiums tief dreilappig; Läppchen annähernd gleichgeformt. ♀ ad. mit echten Platten und dorsaler Felderung des Analsegments. Auf verschiedenen Pflanzen . . . . 4. ***L. japonica*** (p. 37).

ββ. Lappen der Larve spatel- oder rautenförmig, vielfach gekerbt, mit größerem, etwa quadratischem Endläppchen; Lappen des zweiten Stadiums breit dreilappig mit großem Mittelläppchen; zwischen diesem und dem äußeren Seitenläppchen häufig noch ein weiteres ganz kleines Läppchen. ♀ ad. mit stumpfen konischen Lappen und kurzen dornförmigen Platten. Auf verschiedenen Pflanzen . . . . 5. ***L. gigas*** (p. 39).

γγ. Lappen der Larve und des zweiten Stadiums dreilappig mit großem Mittelläppchen, meist stark unsymmetrisch. Echte (gezähnte) Platten nur bei der Larve vorhanden; das zweite Stadium mit ungezähnten, im Umriß dreieckigen Platten. ♀ ad. mit nur einem Lappenpaar, ohne Platten und Drüsenbogen. Auf Pistacia. 6. ***L. pistaciae*** (p. 40).

B. Larve ohne Naht. Schild plötzlich verbreitert *(Pusillaspis)*.

aa. Lappen im Larven- und zweiten Stadium ungeteilt; Unterrand abgerundet. ♀ ad. mit kurzen konischen Lappen, ohne Platten oder Dornen. Auf Pinus . . . . 7. ***L. šulci*** (p. 40).

bb. Lappen im Larven- und zweiten Stadium gekerbt; Seitenläppchen klein, mitunter nur das äußere vorhanden; Mittelläppchen groß, mit gerad abgestutztem, manchmal gezähneltem Unterrand. ♀ ad. ohne Lappen, mit dornförmigen, häufig gezähnten Platten. Auf Pinus . . . . 8. ***L. pusilla*** (p. 44).

Salicicola.

Larve ohne Naht; Hinterrand mit zwei ungeteilten Lappen, der des zweiten Stadiums mit zwölf einander ähnlichen, lappenartigen Gebilden, aus denen sich nur die beiden mittleren deutlich als Lappen herausheben. ♀ ad. ohne Platten, mit undeutlichen Lappen. Auf Populus und Salix . . . . 9. ***L. kermanensis*** (p. 47).

Spezieller Teil.

I. Sektion: *Euleucaspis.*

Schild länglich, weiß. Hinterrand des zweiten Stadiums mit zwei Paar Lappen und vielen, meist kammartig gezähnten Platten.

1. *Leucaspis candida* (Targ.) Signoret.

Schild 3 mm lang, 0.8 mm breit[1], länglich, vom Kopfende bis etwa zum letzten Fünftel allmählich verbreitert, dann wieder verschmälert, am Hinterende abgerundet, weiß. Larvenhaut am Kopfende nicht von Schildmasse bedeckt, da der Larvenschild meistens abgeworfen wird, schwärzlich, gegen das Hinterende der Haut bräunlich durchschimmernd.

Larve oval, vorn abgerundet, lebend farblos oder schwach gelblich, tot dunkelgelbbraun bei durchfallendem Licht, mit tiefer Einschnürung (Naht) zwischen Pro- und Mesothorax, Nahtränder zusammenstoßend. Analsegment (Abb. 5a) mit zwei umgekehrt-schrägdreieckigen, gegen die Basis verschmälerten, ganzrandigen, am Unterrand gerad abgeschnittenen (an ganz jungen Tieren konkaven) Lappen mit scharfen Ecken; innere, d. h. gegen die Mediane gerichtete, Ecke vorgezogen. Zwischen den Lappen eine flach zweilappige chitinöse Vorwölbung mit zwei kurzen Platten; zwischen Vorwölbung und Lappen je eine große Randdrüse mit kurzer, schwach entwickelter Platte. Die Lappen stehen am Innenrand einer chitinösen Vorwölbung, deren Außenrand ebenfalls als kurze Platte ausgebildet ist. Darauf folgt eine große Randdrüse mit Platte, zwei plattenartige schmale Vorwölbungen und nochmals eine Randdrüse mit Platte. Die drei nächsten Segmente besitzen ebenfalls zwei der erwähnten plattenartigen Vorwölbungen sowie am oberen Segmentrand eine Randdrüse. In den weiteren Segmenten, einschließlich Mesothorax, je eine von Segment zu Segment kleiner werdende Drüse am oberen Teil des Randes. Länge der ausgewachsenen Larve 0.9—0.95 mm, Breite 0.4—0.45 mm.

Zweites Stadium jung gestreckt birnförmig mit schmalem Kopfende, später ähnlich wie der Schild, lebend gelblich oder weinrot, tot dunkelgelbbraun. Analsegment mit zwei Paar Lappen (Abb. 5b). Mittel-

[1] Die Größenangaben beziehen sich stets auf die mit dem Schild verbundenen Exuvien, da diese die absolute Größe des betreffenden Stadiums aufweisen. Messungen an erwachsenen Weibchen wurden nicht vorgenommen, da die Größe der Tiere in diesem Stadium bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, die mit dem jeweiligen Alter, dem Vorhandensein von Eiern und mit der Eiablage zusammenhängen. Es mag die Angabe genügen, daß das erwachsene Weibchen kleiner ist als die Exuvie des zweiten Stadiums.

lappen wie bei der Larve, aber entsprechend größer; Seitenlappen ähnlich, mit schwach konvexem Unterrand. Zwischen den beiden Mittellappen eine, selten zwei Randdrüsen und zwei dornförmige, unverzweigte Platten; Mittellappen am Innenrand einer Vorwölbung, neben ihm am Unterrand der Vorwölbung eine Platte. In der folgenden Einsenkung eine Drüse mit einer Platte, dann der Seitenlappen (zweite Lappen) am Innenrand einer plattentragenden Vorwölbung, darauf eine Randdrüse, eine plattentragende Vorwölbung, eine Randdrüse mit Platte, eine plattentragende Vorwölbung, Randdrüse mit Platte, eine plattentragende Vorwölbung, eine Randdrüse, noch eine plattentragende Vorwölbung. Die Platten an den Vorwölbungen zeigen im allgemeinen gröbere Zähne als die unter den Drüsen befindlichen. Zwei Drüsen sind ohne Platten, die der benachbarten Vorwölbungen dafür etwas breiter, ein Beweis dafür, daß an und für sich Drüsen und Platten unabhängige Organe sind. Im ganzen besitzt das Analsegment 4 Lappen, 12 Vorwölbungen, 11 (—12) Drüsen und 20 Platten. Auf den Vorwölbungen sitzen dorsal und ventral einzelne lange Haare. Platten und Vorwölbungen in größerer Zahl finden sich noch an den drei nächsten Segmenten, Drüsen am ganzen Tier mit Ausnahme der Kopfregion. Um die Analöffnung stehen fünf große Drüsen, eine oberhalb, je zwei an den Seiten; außerdem zwei bis drei näher dem Rand, sowie eine größere Zahl auf den benachbarten Segmenten mehr den Außen- und den Hinterrand der Segmente entlang. Ventral findet sich je eine Gruppe kleinerer Drüsen zu beiden Seiten der Mittellinie der drei ersten Abdominalsegmente. Dicht oberhalb der Kopfstigmen je eine, auch zwei Drüsen von der Beschaffenheit der perivaginalen Drüsen des reifen Weibchens. Antennen rudimentär. Länge des ausgewachsenen Tieres 1.95—2.65 mm, Breite 0.7—1 mm.

Erwachsenes Weibchen farblos. Analsegment breit abgerundet. Antennen rudimentär. Oberhalb der Kopfstigmen je eine Gruppe von 3—6 Drüsen (siehe 2. Stadium). Analsegment (Abb. 5c) mit selten zwei, meist drei deutlichen Lappenpaaren und mitunter einem weiteren Paar, dessen Lappen in Farbe, Form und Größe zwischen Platte und Lappen die Mitte halten. Die vier inneren Lappen braungelb, kegelförmig oder kurzzilindrisch mit kegelförmiger Spitze; die Lappen des dritten Paares kegelförmig, mitunter am Grund eingekerbt, oft sehr hell, fast farblos; die des vierten auch kegelförmig, leicht gelblich, vom Aussehen einer kurzen, dornförmigen Platte. Platten 39—50, zilindrisch oder gegen das freie Ende verjüngt, von wechselnder Länge und Dicke, stets länger als die Lappen; manche mit spärlichen seitlichen Verzweigungen; teils spitz, teils am Ende verbreitert und dann oft in wenige Zähne aufgelöst. Zwischen den Mittellappen stehen 2 Platten, zwischen Mittel- und zweitem Lappen wieder 2, zwischen zweitem und drittem 3—5, zwischen

drittem und viertem 7—9, nach dem vierten Lappen 5—11. Perivaginale Drüsen entweder in vier bis fünf Gruppen geteilt, oder in drei, deren mittlere dann einen Bogen bildet; nach Löw [28 p. 5] auch in einer einzigen großen bogenförmigen Gruppe zusammenstehend. Überzählige Drüsen in geringer Zahl. Als Beispiel sei Zahl und Anordnung in vier beobachteten Fällen mitgeteilt.

	1.			2.				3.		
Drittletztes Segment ..	1	0	1	1	0		1	4	0	2
Vorletztes „	2	2	2	2	0		1	2	0	1
Analsegment	9	41	10	10	18	12	9	16	29	9

	4.				
Viertletztes Segment.....	3		0		2
Drittletztes „	5		0		3
Vorletztes „	5		0		4
Analsegment	9	12	12	14	8

Dorsal und ventral stehen an und nahe dem Hinterrand eine Anzahl längerer und kürzerer Haare. Dorsal, nahe und parallel dem Hinterrand zieht sich eine Gruppe von Drüsen hin, welche den ventralen Drüsen des zweiten Stadiums ähnlich sind.

Das Männchen gleicht im ersten Stadium, der Larve, völlig dem entsprechenden Stadium des Weibchens. Die von Witlaczil[1] abgebildete Larve[2] kann nicht als zu *L. candida* gehörig angesprochen werden, da sie die Naht zwischen Pro- und Mesothorax vermissen läßt, die schon unter der Lupe deutlich sichtbar ist. Die Häutung zum zweiten Stadium verläuft wie bei dem entsprechenden Stadium des Weibchens, indem die Bauchhaut vor dem Saugapparat platzt und nach dem Hinterende zusammengeschoben wird, während das Tier nach unten die Exuvie verläßt.

Das zweite Stadium gleicht genau dem des ♀[3], ist jedoch in allen Teilen kleiner. Die Abbildung Witlaczils (l. c. Tafel V, 5) gibt nicht

[1] E. Witlaczil, Morphologie und Anatomie der Cocciden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLIII, 1886, p. 150 ff., Tafel V, 3—7. Mit Angabe der einschlägigen Literatur.

[2] Tafel V, 3.

[3] Die Abbildung, welche Signoret [3] auf Tafel 6 unter 2a gibt und die Reh [145, p. 18 (1904)] auf die männliche Larve bezieht, läßt sich nur gewaltsam als das Hinterende des zweiten Stadiums wiedergebend deuten. Wahrscheinlich gehörte das betreffende Tier gar nicht zu *Leucaspis candida,* sondern zu *Lepidosaphes (newsteadi).* Damit würden zum mindesten Form und Anordnung der Lappen und die dolchförmigen Dornen stimmen.

das zweite Stadium wieder, sondern zeigt bereits die Umwandlung zum dritten Stadium, dem ersten Puppenstadium. Das Hinterende dieses Stadiums, das ein deutlich segmentirtes Abdomen besitzt (auf Witlaczils Abbildung nicht zu erkennen), besitzt an einigen der letzten Segmente ventral einige kurze Haare und am dorsalen Innenrand des vorletzten Segments jederseits ein langes Haar. Im übrigen stimmt das Stadium mit dem von Witlaczil abgebildeten, wie auch das vierte Stadium, das zweite Puppenstadium (Witlaczil, l. c. Tafel V, 7).

Das fünfte Stadium, das erwachsene Männchen ist geflügelt (Abb. 4). Da ich aus Mangel an Material genauere Untersuchung nicht machen konnte, verweise ich auf Witlaczil.

Die Häutungen gehen beim Männchen vom zweiten Stadium ab in der Weise vor sich, daß die alte Haut am Kopfende platzt, nach rückwärts abgestreift und zum Schild hinausgeschoben wird.

Verbreitung[1] und Nährpflanzen.

Deutschland: Brunsbüttel, mit *Aspidiotus abietis* auf Pinus silvestris (VI. 1898). — Triglitz i. d. Prignitz, mit *L. šulci* auf Pinus silvestris (V. 1885). — Jerichow a. E., mit *L. šulci* und *Aspidiotus abietis* auf Pinus silvestris (VIII. und IX. 1901). — Zwenkau i. S., auf Pinus silvestris (VI., VII. und VIII. 1901). — Naunhof i. S., auf Pinus silvestris (VI. 1901). — Erlangen, mit *L. šulci, Aspidiotus abietis* und *Lepidosaphes newsteadi* auf Pinus silvestris (III. 1905). — Schwabach bei Nürnberg, mit den gleichen Arten auf Pinus silvestris (V. 1905). — Reichertshofen bei Ingolstadt, mit *L. šulci* und *Lepidosaphes newsteadi* auf Pinus silvestris (VI. 1906). — Mönchspoint bei Tengling, Oberbayern, auf Pinus Pumilio (VII. 1905). — Karlsruhe, im Hardtwald, mit *Aspidiotus abietis* auf Pinus silvestris (II. 1830). — Steinau, Kreis Schlüchtern, Prov. Hessen-Nassau, mit *Aspidiotus abietis* und *L. šulci* auf Pinus silvestris (VI. 1906).

Österreich-Ungarn: Böhmen [Šulc siehe 34, p. 19, ohne nähere Ortsangabe]. — Mödling bei Wien, mit *L. pusilla* auf Pinus austriaca (V. 1883). Für den Kahlenberg und Mödling bei Wien von Witlaczil (l. c. p. 150) angegeben, doch sind die Angaben und Abbildungen nicht mit Bestimmtheit auf *L. candida* zu beziehen. — Plugova, Banat, auf Pinus silvestris.

Schweiz: Zürich, auf Pinus silvestris (1905, comm. Dr. Reh).

Frankreich: Département des Alpes-maritimes, auf Pinus [Signoret, siehe 3, p. 102 (146); p. 642 (480): *Pinus laricio* et autres]. — Nancy, auf Pinus silvestris [Leonardi, siehe 41 und 44, als *L. affinis*].

[1] Von allen ohne Autorangabe genannten Fundorten hat mir Material vorgelegen.

Spanien: Montserrat, unterhalb des Klosters, mit *L. pusilla* auf Pinus halepensis (XI. 1882).

Italien: Portici, mit *L. pusilla* auf Pinus sp. mit fünfnadeligem Kurztrieb [Chermotheca italica, Fasc. I, Nr. 19. Die Angabe Pinus Pinea ist nicht richtig]. — Mottola bei Taranto, mit *L. pusilla* auf Pinus halepensis (1847). — Die von Saccardo [75] für Avellino angegebene *L. pini* ist nach Leonardi [80] *L. pusilla.*

Griechenland: Athen, zwischen dem Fluß Ilissos und dem Abhang des Berges Ardettos, unfern des Stadion, auf Pinus halepensis (III. 1903).

Kleinasien: Bulghar Dagh, zwischen Gossolug Chan und Adana, (Cilicien) Taurien, auf Pinus halepensis (IX. 1853).

Biologie. Lebendes Material habe ich nur aus Bayern erhalten. Die daraus gezogenen Befunde sind folgende:

31. III. 1905, Erlangen: ♀♀ 2. Stad. kurz nach der Häutung, ♀ ad.

5.—14. V. 1905, Schwabach: ♀♀ 2. Stad. vor der Umwandlung, ♀ ad. mit Eiern und Larven in der Exuvie, ♂ 2. Stad., ♂ ad. und leere ♂♂ Schilde.

5. VII. 1905, Mönchspoint, Oberbayern: ♀♀ 2. Stad. nach der Häutung, ♀♀ ad. mit Larven in der Exuvie, ♂ 4. Stad., ♂ ad. und leere ♂♂ Schilde.

Zur Erkennung des Entwicklungsganges sind die Befunde unzureichend.

Meist in geringer Individuenzahl.

Synonymie. Über die Notwendigkeit einer Namensänderung ist schon (auf Seite 10) berichtet worden. Wenn man, den Autoren folgend, annimmt, daß *Aspidiotus pini* Hartig ♂ und *A. flavus* Hartig ♀ auf eine *Leucaspis* bezogen werden müssen, so läßt sich wenig dagegen einwenden, wohl aber dagegen, daß *L. pini* Signoret darunter zu verstehen sei. Die Diagnosen Hartigs [129, p. 642] lauten: „*Aspidiotus Pini* n. Männchen: Schwarz; Fühler und Beine braunrot, Flügel milchweiß. Länge 1/3 Linie. *Aspidiotus flavus* n. Weibchen: unter den milchweißen seidenglänzenden Schildchen. Schwärmzeit Mitte Juli." Der Beschreibung des Weibchens lag augenscheinlich eine *Leucaspis* zu Grund. Da nun die Arten der Diaspinen, man kann sagen durchweg, auf die Weibchen hin aufgestellt worden sind, müßte die *Leucaspis* eigentlich den Namen „*flava*" bekommen, wenn eben nicht die ganze Diagnose unbrauchbar wäre. Hartig fügt ja selbst bei: „Daß A. Pini unter den grauen, A. flavus unter den weißen Schilden lebe, beruht auf Vermutung, indem ich leider die Nadeln, aus deren Schilden ich beide Arten gezogen, nicht sortirt hatte."

Übrigens führt Targioni-Tozzetti [1, p. 756] die Hartigschen Namen, *Aspidiotus flavus* als Synonym von *A. Pini,* unter *Aspidiotus*

auf; Leonardi[1] zieht sie als Synonyme zu *Aspidiotus abietis* (Schrank) Löw.

Es ist noch zu bemerken, daß Hartig die *Pini* genannte Art (ebenso die andere, *flavus*) zur Gattung *Aspidiotus* gestellt hat, nicht zu *Coccus*, wie Riley[2], Comstock [6], Morgan [117], Berlese und Leonardi [33], Saccardo [75], Fernald [18, p. 245: *Coccus pini*, aber *Aspidiotus flavus*], Reh [145] und neuerdings wieder Leonardi [43, p. 9: *Coccus pini, Asp. flavus;* man vergl. oben die Bemerkung über *Asp. abietis*!] angeben[3].

Läßt sich vielleicht der Namen *Leucaspis pini* halten, wenn man Bouché als Autor nimmt? Seine Beschreibung [131] lautet: „*Aspidiotus Pini* m. ♀ Länglich, gewölbt, runzlig, gelb, Länge 1/3 Linie. Schild schinkenmuschelförmig, glänzendbraun, mit weißen Absonderungen überzogen. Länge 1 Linie. An den jährigen Nadeln von Pinus silvestris. ♂ unbekannt.“ Es läßt sich eine *Leucaspis* nicht verkennen, das ist jedoch alles, was man herauslesen kann. Auf eine bestimmte Art kann man nicht schließen.

Von älteren Angaben glaube ich Bechsteins *Coccus pineti* Schrank [128: Kastanienbraun, halbkugelig mit weißer Seide bedeckt. (Kiefernnadeln und Fichtenzweige)] zum Teil auf eine *Leucaspis* beziehen zu können, aber auch nicht auf eine bestimmte Art. Bechstein hat offenbar *Leucaspis* und *Physokermes* zusammengeworfen.

Zwischen der *L. candida* und der von Leonardi als *L. affinis* bezeichneten Art kann ich (nach der Beschreibung) keinen durchgreifenden Unterschied entdecken. Nach Leonardi selbst sind die Abweichungen gering; *L. affinis* kennzeichnet sich [41, p. 5]: „pel numero delle paia di palette che, ordinariamente, sono due anzichè tre paia; pel minor numero di dischi ciripari stigmatici e per minor numero di quelli che stanno disposti sui lobi dei segmenti preanali; pel minor numero, ancora, (la metà circa) di grosse ghiandole sericipare ai lati degli stigmi cefalici; per le minori dimensioni sue e del follicolo e per altri dettagli di minor conto.“

Diese Abweichungen fallen nicht außerhalb der Grenzen, innerhalb deren die Merkmale der erwachsenen Weibchen überhaupt schwanken

[1] G. Leonardi, Genere e specie di diaspiti. Monografia del genere Aspidiotus. Riv. di pat. veg. Vol. VII, 1899, p. 67.

[2] 5. Rep. Ins. Mo., 1873, p. 98.

[3] Es ist nicht ganz leicht, eine Erklärung dafür zu finden, warum die genannten Autoren alle *Coccus pini* zitiren. Herr Prof. Dr. Freih. v. Tubeuf hatte die Liebenswürdigkeit, mir den betreffenden Band der Hartigschen Jahresberichte (wahrscheinlich Hartigs Handexemplar) zu übersenden. Darin ist *Aspidiotus pini* zu lesen! . . . . Sollten zwei Ausgaben mit verschiedener Lesart vorhanden sein?

können. Wie bereits erörtert worden ist, liegt der Grund einer solchen Unbestimmtheit in der Entwicklungsgeschichte und Lebensweise der Tiere und bildet sozusagen ein Vorrecht der Gattung. Ebendeshalb müssen gerade bei *Leucaspis* die Vorstadien in viel größerem Maße berücksichtigt werden als das bei anderen Diaspinen nötig ist (, unangebracht wird es wohl niemals sein).

Im einzelnen zu beweisen, daß die von Leonardi aufgeführten Merkmale ebenso die Merkmale von *L. candida* sind, würde nur eine Wiederholung meiner Beschreibung von *L. candida* bedeuten.

2. ***Leucaspis signoreti*** (Targ.) Signoret.

Schild bis 3 mm lang, wie bei *L. candida*, jedoch meist etwas derber und gewölbter; beim ♂ oft fast länger als beim ♀.

Larve im allgemeinen wie bei vor., ebenso groß; Lappen schmäler, Seitenränder annähernd parallel, innere Ecke des Unterrandes wenig oder gar nicht vorgezogen (Abb. 6a).

Zweites Stadium im allgemeinen, auch in der Größe, wie bei vor. Analsegment mit meist 16 Vorwölbungen, 22 Platten und 16—19 Randdrüsen, welche oft zu drei gehäuft stehen. Lappen im Umriß rechteckig, innere Ecke des Unterrandes wenig oder gar nicht vorgezogen; häufig farblos, die stumpfkeilige Fortsetzung in der ventralen Haut gelb. Platten deutlicher als bei *L. candida* durch Längsfurchen der ventralen Körperhaut abgegrenzt, im freien Teil ebenso wie die Lappen mit gebogenen queren Verdickungslinien (Abb. 6b). Über den Kopfstigmen wenige Drüsen, häufig nur zwei.

Erwachsenes Weibchen mit meist drei Paar kurzen, kegelförmigen, gelben Lappen (, oft finden sich an Stelle eines einzelnen Lappens zwei, auch drei,) und einer sehr großen Zahl (über 70) schmaler, dornförmiger, meist unverzweigter Platten, die etwas kleiner sind als bei *L. candida* (Abb. 6c). Perivaginale Drüsen in mindestens zwei Reihen, die zweite Reihe auf der Grenze zum vorletzten Segment oder auf diesem, meist in Gruppen verteilt. Auf den Nachbarsegmenten überzählige Gruppen vorhanden; einige Drüsen an den Stigmen des Kopfteils. Mit letzteren zählte ich in einem Fall im ganzen 227 Drüsen in folgender Anordnung:

An den Stigmen des Kopfteils . .	9				10
Viertletztes Segment	9				7
Drittletztes „	15	1	3	2+2	20
Vorletztes „	6	1	24	1+1	8
Analsegment	19	25	25	16	22

Steht der *L. candida* sehr nahe.

Verbreitung und Nährpflanzen.

Italien: Florenz, auf Pinus silvestris (?). (Von Targioni-Tozzetti und Löw als *L. signoreti* bestimmt.)

Korsika: Corte, auf Pinus silvestris (?). [Signoret, 3 p. 101 (145); p. 642 (480): Pinus sylvestris et autres.] — Vizzavona, in Mengen auf den Nadeln von Pinus Laricio Poir. var. Poiretiana Antoine (leg. Prof. Dr. E. Zacharias). In Gesellschaft von *L. pusilla* (XI. 1903).

Cypern: Limasol (IV. 1859) und (Kap) Prodromo (1862), auf Pinus halepensis. Bei Limasol in Gesellschaft von *L. pusilla*.

Biologie (nach Material von Vizzavona). 15. XI. 1903 beschildete Larven, ♀♀ 2. Stad., ♀♀ ad., ♂♂ 2.—4. Stad. ♂♂ ad. Auf den freien Teilen der Kiefernnadeln.

Synonymie. Wie schon (auf Seite 10) erwähnt worden ist, schließe ich mich nach Prüfung des von Targioni-Tozzetti, Signoret und Löw bestimmten Originalmaterials, das im Besitz des k. k. Hofmuseums in Wien ist und mir durch das liebenswürdige Entgegenkommen von Herrn Dr. Handlirsch zugänglich war, der von Leonardi getroffenen Vereinigung von *L. corsa* mit *L. signoreti* an. Demnach besitzt auch *L. signoreti* Lappen. Signoret [3, p. 101 (145)] gedenkt ihrer mit keiner Silbe, auch die Abbildungen [3, 1869, pl. 4, fig. 4 und 1870, pl. 6, fig. 1] lassen keine Spur von Lappen erkennen, was um so auffälliger ist, als sie bei *L. candida* [1870, pl. 6, fig. 2] sogar in vier Paaren, also ein seltenerer Fall, erscheinen. Da nun nach Analogie der lappenlosen *L. pusilla* die Existenz einer ebensolchen Form, wie sie Signoret abbildet, nicht von der Hand zu weisen ist, wäre bei eventuellem Wiederauffinden nur dieser Form der Namen *L. signoreti* beizulegen; für die mit Lappen versehene Form müßte die Bezeichnung *L. corsa* wiederhergestellt werden.

3. *Leucaspis riccae* Targ., Leonardi.

Schild 2—2.5 mm lang, 0.5—0.57 mm breit, schmal, mit beinahe parallelen Rändern, weiß mit schwärzlich durchschimmernder Larvenhaut; häufig mit den Schuppenhaaren der Olea verklebt.

Larve 0.6 mm lang, 0.3 mm breit, hellbraun bis grünlich. Lappen breiter wie lang, ungeteilt, bei der alten Larve an der Basis etwas verschmälert, bei der jungen breiter, mit schwach konvexem Hinterrand (Abb. 7a). Sonst wie bei vor. Lappen und Platten der Exuvie meist zerstört.

Zweites Stadium 0.7—0.8 mm lang, 0.3—0.4 mm breit, rötlich, tot hellbraun. Hinterrand (Abb. 7b) mit 4 Lappen, meist 9 Randdrüsen und 20 Platten, davon etwa 6—8 an den Vorwölbungen. Platten mit meist zahlreichen, kurzen, schmalen Zähnen. Lappen breiter als lang,

an der Basis verschmälert, mit konvexem Hinterrand; an der Exuvie schlecht erhalten, ebenso die Platten. Über jeder Stigme des Kopfteils 1—3 Drüsen.

Erwachsenes Weibchen meist weinrot, mit 2 (—3) Lappenpaaren und 14—16 Platten (Abb. 7 c_1 und c_2). Lappen unter sich annähernd gleich, stumpfkegelförmig, ungeteilt oder am Ende ein-, auch beiderseitig leicht gekerbt. Platten spitz dreieckig, ungeteilt, seltener am Ende in wenige Zähne aufgelöst, deren einer die anderen überragt; meist etwas länger als die Lappen. Zwischen den Mittellappen häufig 2 dreizähnige Platten, welche mitunter ziemlich weit voneinander entfernt sind; zwischen Mittel- und zweitem Lappen 2—3 Platten, dann meist 3 Platten; hierauf folgt manchmal ein dritter Lappen, sowie meist 3 Platten, endlich häufig 2—3 kurze Fortsätze des Körperrandes. Dem Hinterrand genähert stehen wenige dorsal längere, ventral kürzere Haare. Perivaginale Drüsen in einem einzigen Bogen oder in 3 Gruppen, deren mittlere bogenförmig; in einem Fall zählte ich 47, in einem anderen 7 : 29 : 9, dazu kommen jederseits auf dem nächsten Segment 3—4, in der Stellung den äußersten Drüsen des Analsegments entsprechend, auf dem drittletzten Segment, ebenda, 2; über den Stigmen des Kopfteils 5—6.

Die von Leonardi [90] gegebene Beschreibung weicht hinsichtlich der Form und Zahl der Platten sowie der Zahl und Anordnung der Drüsen von der soeben gegebenen Beschreibung etwas ab. Es sind dies eben Organe, die bei allen Leucaspis-Arten innerhalb gewisser Grenzen ändern können.

Verbreitung und Nährpflanzen. Die mir vorliegenden Tiere habe ich teils von Herrn Dr. G. Leonardi erhalten, der sie am 20. V. 1905 in Corigliano, (Calabro), Italien sammelte, teils von Herrn Prof. Dr. P. Marchal auf kultivirtem Ölbaum aus Cypern (II. 1903 leg. P. Gennadius). Fernald [92, p. 313] nennt als Heimat Frankreich und Griechenland. Von Italien (Kalabrien, Apulien) geben sie Targioni-Tozzetti und Leonardi [93] an. Die Nährpflanze ist ausschließlich (bis jetzt wenigstens) Olea europaea; die Laus findet sich auf Blättern, Zweigen und Früchten, die italienischen Tiere zusammen mit *Parlatorea calianthina,* wie auch Leonardi angibt.

Biologie. Am 20. V. (1905): ♀♀ ad. mit Larven in der Exuvie, ♂ 3. Stadium, ♂♂ ad.

Synonymie. Da schon Leonardi [89 und 90] zur Genüge gezeigt hat, daß die von Del Quercio[1] aufgestellten neuen Formen *Howardia*

[1] G. Del Quercio, Contribuzione allo studio dei Diaspini dell' olivo. Boll. Soc. Ent. Ital. XXXIV, 1902, (III) p. 179 ff.

lobulata und *Rhopaloaspis riccae* durch Verkennung der Stadien von *L. riccae* geschaffen wurden, sind weitere Worte darüber nicht nötig. Ebenso ist damit die von Cockerell ohne jeden stichhaltigen Grund vorgenommene Überführung von *L. riccae* zu *Mytilaspis* (vergl. Seite 9) als unberechtigt erwiesen.

Was die von Gennadius [82] angezeigte *Leucaspis epidaurica* anlangt, so genügt die Beschreibung nicht einmal zur Erkennung der Gattung. Wenn auch aus der Tatsache, daß die Art auf Olive lebt, geschlossen werden kann, daß Gennadius die schon zwei Jahre vorher (1881) beschriebene *L. riccae* vor sich hatte, so ist doch die Aufrechterhaltung des Namens, sei es auch nur als Synonym zu *L. riccae*, rein Geschmacksache.

4. *Leucaspis japonica* Cockerell.

Schild bis 1.5 mm lang und 0.6 mm breit, weiß oder grauweiß mit hellbrauner Larvenhaut. Form wie bei *L. candida.*

Larve 0.55—0.62 mm lang, 0.25—0.3 mm breit; Analsegment im allgemeinen wie bei *L. candida,* mit 6 Randdrüsen. Lappen in der Mitte am breitesten, dreilappig. Mittelläppchen groß, im Umriß rechteckig, mit abgerundetem Unterrand. Seitenläppchen klein, zitzenförmig, etwas abstehend (Abb. 8 a).

Zweites Stadium 1.2 mm lang, 0.55 mm breit; lebend weinrot, tot hell- bis gelbbraun. Analsegment (Abb. 8 b) mit 9 Randdrüsen mit Platten, 4 Lappen und einer Reihe von plattentragenden Vorwölbungen. Die Vorwölbungen sind nicht so stark entwickelt wie bei *L. candida.* Die Reihenfolge ist: auf die mediane Randdrüse folgt jederseits Platte, Lappen, Platte, Drüse mit Platte, Lappen, Drüse mit Platte, Platte, Drüse mit Platte, Platte, Drüse mit Platte. Von den zwei in der Form gleichen Plattenpaaren ist das äußere kleiner. Lappen dreilappig, in der Mitte am breitesten. Mittelläppchen groß, etwas länger als breit, abgerundet. Seitenläppchen breit, kleiner, zitzenförmig, etwas abstehend. Über den Kopfstigmen meist 2 Drüsen. Mitunter findet sich auf dem Analsegment gegen den Außenrand jederseits eine ventrale Gruppe von (3—4) Drüsen von ähnlicher Beschaffenheit wie die Perivaginaldrüsen des ♀ ad. (Abb. 9). Die zwei nächsten Segmente besitzen 3—4 Vorwölbungen und die entsprechende Anzahl Randdrüsen, am Rand der folgenden Segmente finden sich „Plattendrüsen“, d. h. die Drüsenmündung ist auf die Spitze einer annähernd zilindrischen Vorwölbung emporgehoben, die Platte auf zwei seitlich der Drüsenmündung stehende Zähne rückgebildet. Ähnliche Drüsen sind übrigens auch bei den anderen *Leucaspis*-Arten vorhanden.

Erwachsenes Weibchen mit zwei Lappenpaaren und wenigen Platten am Analsegment (Abb. 8 c_1 und c_2). Lappen hellbraun, breit kegelförmig oder am Grund fast zilindrisch mit aufgesetztem Kegel, spitz, ungeteilt, kürzer als die Platten, Außenrand mitunter mit seichter Kerbe. Zwischen den beiden Mittellappen zwei lange, schmale, über der Mitte in wenige lange Zähne aufgelöste Platten; ein Zahn bedeutend länger als die andern. Zwischen Mittel- und Seitenlappen gleichfalls zwei, etwas breitere Platten mit annähernd gleich langen Zähnen. Jenseits des Seitenlappens zunächst eine den Lappen noch überragende, gezähnte, ziemlich breite Platte, dann eine kurzzähnige Vorwölbung, darauf fünf immer niedrigere Vorwölbungen ohne Zähne. Perivaginale Drüsen in drei Gruppen (mittlere groß, bogenförmig), auf den nächsten beiden Segmenten jederseits eine kleinere Gruppe[1]. Über den Stigmen des Kopfteils je eine Gruppe von (4—5) Drüsen. Die Dorsalseite des Analsegments weist stärkere Chitinisirung einzelner polygonal geformter Hautpartien auf.

Verbreitung und Nährpflanzen.

Japan: Ikeda bei Osaka, auf der Stammrinde von Rosa laevigata [69] (XII. 1904). Cockerell erhielt Exemplare von „broom" aus Japan, gesammelt durch Craw in San Francisco [26]. Craw fand die Art auf Acer und auf Magnolia souliana (= Soulangeana?) [27, Tafel XXIX]. Kuwana erwähnt als Nährpflanzen noch „apple" und Paeonia Moutan [66, p. 74]. In Rehs Zusammenstellung [68] sind aus Versehen entsprechende Angaben ausgelassen, nach einer mündlichen Mitteilung fand er die Art auf Acer sanguineum, Actinidia arcuata und Prunus aus Japan.

Brasilien: Zweimal je ein Exemplar auf der Unterseite einer Blattfieder von Chrysalidocarpus (Areca) lutescens [69] (VI. 1904, VI. 1905), zusammen mit *Aspidiotus cydoniae, Chrysomphalus ficus* und *Pinnaspis pandani.*

Biologie. Am 28. XII. (1904) wenige Larven im Übergang zum 2. Stad., jüngere und ältere ♀♀ 2. Stad., 1 ♀ ad. aus Japan; am 13. VI. (1904) und 3. VI. (1905) je 1 junges ♀ 2. Stad. aus Brasilien. Die Tiere aus Japan saßen stets auf der Rinde der Zweige und Stämme.

Synonymie. Obwohl Cockerell nur das zweite Stadium beschrieben hat, reicht die Diagnose doch, wie bereits erwähnt (p. 9), zur Wiedererkennung der Art aus. Sollte sich die Identität der Art mit *Mytilaspis drimydis* bestätigen, so müßte doch der Cockerellsche Namen beibehalten werden, da Maskells Beschreibung zu ungenau ist.

[1] Nach einer von Herrn Dr. L. Reh gefertigten und mir zur Verwertung freundlichst überlassenen halbseitigen Skizze. Außerdem besitzt die Station zwar reichliches Material an 2. Stadien, aber nur 1 ♀ ad., so daß ich keine Zahlen angeben kann.

5. ***Leucaspis gigas*** (Mask.) Lindgr.

Schild etwa 1.7—2 mm lang, ungefähr 0.6 mm breit, weiß oder weißgrau; Larvenhaut gelbbraun.

Larve etwa 0.65 mm lang und 0.35 mm breit. Lappen spatel- oder rautenförmig, vielfach gekerbt, Seitenläppchen klein, zitzenförmig, Mittelläppchen größer, etwa quadratisch mit geradem Unterrand (Abb. 10a).

Zweites Stadium. Länge ?, Breite ?. Tot hellbraungelb. Hinterrand (Abb. 10b) mit 4 Lappen, etwa 13 Randdrüsen und gegen 20 Platten, davon etwa 8 auf den Vorwölbungen. Platten mit derben, ziemlich langen Zähnen von ungefähr gleicher Länge, der jeweils innere Zahn oft breiter und stumpfer; mitunter ein mittlerer Zahn viel stärker entwickelt. Innere Platten schmäler als die äußeren. Lappen im Umriß spatel- oder rautenförmig, dreilappig, dornförmige Platten fehlen. Das äußere Seitenläppchen größer als das innere, beim äußeren Lappenpaar ist das innere Seitenläppchen beinahe nur angedeutet, so daß der Lappen stark unsymmetrisch, mit großem Mittelläppchen, ist. Mittelläppchen groß, halbeiförmig, beim inneren Lappen breiter abgerundet als beim äußeren. Zwischen Mittel- und äußerem Seitenläppchen häufig ein weiteres ganz kleines Läppchen. Mittelläppchen auch vorgezogen, spitz, statt des kleinen Läppchens zwischen Mittel- und äußerem Seitenläppchen ein solches zwischen Mittel- und innerem Seitenläppchen. Drüsen über den Stigmen des Kopfteils?

Erwachsenes Weibchen mit drei Paar konischen, kurzen, stumpfen, bräunlichen Lappen und kurzen, unverzweigten, mit breitem Grund sitzenden Platten (Abb. 10c). Zwischen den beiden Mittellappen zwei Platten, zwischen Mittel- und 1. Seitenlappen wieder zwei Platten, zwischen 1. und 2. Seitenlappen drei Platten, nach dem 2. Seitenlappen eine kurze, breite, stumpfe Vorwölbung, dann vier Platten, darauf vier kurze, breite, leicht gekerbte Vorwölbungen, deren innerste etwas dunkler gefärbt entfernt einem Lappen ähnelt. Perivaginale Drüsen in fünf bogenförmig geordneten Gruppen, deren innere drei eigentlich eine einzige Gruppe bilden, so nah stehen sie zusammen, gegen 23 : 27 : 19 : 32 : 19. Über den Stigmen des Kopfteils eine größere Zahl Drüsen, gegen 16. Über den Hinterrand symmetrisch verteilt 8 lange dornartige Haare.

Ich konnte nur 3 erwachsene Weibchen, 1 Schild, Bruchstücke von Exuvien dreier Tiere zweiten Stadiums sowie mehrere Larven untersuchen, die in zwei Maskellschen, mir von Herrn Dr. Leonardi freundlichst übersandten Präparaten vorhanden waren. Wahrscheinlich werden neue Untersuchungen die Diagnose erheblich erweitern.

Verbreitung und Nährpflanzen. Neuseeland, auf Astelia Cunninghami (die von mir untersuchten Tiere), Atherosperma Novae-Zelandiae, Coprosma sp., Pittosporum eugenioides.

Aus dem Speziesnamen „*gigas*" darf nicht geschlossen werden, das Tier sei größer als andere Leucaspis-Arten. Der Namen war berechtigt, solange die Art zu *Diaspis* gezählt wurde. Eine Umtaufung ist jedoch nicht statthaft, wenn auch die Bezeichnung ihren Sinn verloren hat.

6. *Leucaspis pistaciae* n. sp.

Schild des ♀ ad. schmal, etwa 1 mm lang, 0,35 mm breit, größte Breite in oder kurz vor der Mitte, gegen das Vorder- und Hinterende langsam abnehmend; an den Enden abgerundet; gewölbt. Schild des ♀ 2. Stad. in der Form abweichend, etwa 1 mm lang, 0,45—0,5 mm breit, vom Kopfende an allmählich verbreitert, größte Breite am abgerundeten Hinterende; flach. — Larvenhaut nur mit dem Hinterende schwärzlich durchschimmernd, sonst vom dichten Larvenschild verdeckt.

Larve 0,4 mm lang, 0,2 mm breit, oval, lebend weinrot, tot bräunlich bis schwärzlich grün; Lappen dreilappig mit großem Mittelläppchen; Platten mit kurzen, kleinen Zähnen (Abb. 11 a).

Zweites Stadium etwa 1 mm lang, 0,35—0,4 mm breit, weinrot, tot bräunlich, im Umriß langgestreckt elliptisch. Über den Kopfstigmen wenige (2) Drüsen. Analsegment mit 4 Lappen, etwa 10 Platten, 9 Drüsen und 8 (—10) Vorwölbungen. Lappen dreilappig, mit großem Mittelläppchen, meist stark unsymmetrisch. Platten nicht gezähnt, mit stumpfer Spitze, im Umriß dreieckig, die inneren länger als breit, nach außen jenseits des 2. Lappenpaares stets breiter werdend (Abb. 11 b).

Erwachsenes Weibchen weinrot, ohne Platten oder Dornen, mit nur einem Lappenpaar. Lappen breiter als lang, stumpf kegelförmig, gelb, chitinisirt, mitunter gekerbt. Über den Kopfstigmen ± 3 Drüsen. Perivaginaldrüsen fehlen, dagegen sind 8—10 kleine (rudimentäre?) Randdrüsen vorhanden (, ob sich eine solche auch zwischen den Lappen befindet, konnte ich nicht feststellen). Augenflecke vorhanden. Ovipar? (Abb. 11 c).

Verbreitung und Nährpflanzen. Die Art wurde mir von Herrn Prof. Marchal übersandt. Die Tiere sitzen auf den Blättern (Ober- und Unterseite) von Pistacia Lentiscus und wurden auf Cypern gefunden (II. 1903 leg. P. Gennadius). Eine mit ihnen vorkommende Diaspine hat Herr Prof. Marchal als *Aonidia* [*Chrysomphalus*] *aurantii* bestimmt.

7. *Leucaspis šulci* (Newst.) Šulc.

Schild 2—3 mm lang, bis 1 mm breit, weiß; mit oft dicker, flockiger Schildmasse und gelblich oder hellgrün durchschimmernder, vom Larvenschild bedeckter Larvenhaut; am Kopfende sehr schmal, fast spitz, dann plötzlich verbreitert, im zweiten Stadium mitunter breiter als lang. Schild des ♂ mehrmals länger als breit, schmal.

Larve 0.65 mm lang, 0.35 mm breit; Lappen annähernd rechteckig, breiter als lang, wenig abgerundet (Abb. 12 a).

Zweites Stadium 1.35 mm lang (Extreme 1.15 und 1.65 mm), 0.5—0.75 mm breit, jung weinrot, später farblos oder gelblich, tot hellgelbbraun, im Umriß langgestreckt elliptisch. Über den Kopfstigmen 2—3 Drüsen. Analsegment mit 2 Lappenpaaren. Lappen länger als breit, an der Basis am breitesten, abgerundet, häufig halbkreisförmig. Reihenfolge von Lappen, Platten und Vorwölbungen im allgemeinen wie bei *L. candida*. In der 2. und 3. Einsenkung (die zwischen den Mittellappen als 1. gezählt) meist zwei Drüsen statt einer. Platten mit kurzen, breiten Zähnen (Abb. 12 b).

Erwachsenes Weibchen ohne Platten oder Dornen, mit meist drei Lappenpaaren (Abb. 12 c_1 und c_2). Lappen etwas länger als breit, breit kegelförmig, gerundet, gelb; zwischen den beiden Mittellappen eine flache Einsenkung. Über den Hinterrand verstreut kürzere und längere Haare in unregelmäßigem Wechsel. Die vier inneren Lappen meist etwas kürzer als die des dritten Paares; mitunter letztere nur angedeutet. Die Lappen des dritten Paares durch einen größeren Zwischenraum von denen des zweiten Paares getrennt als diese von denen des mittleren Paares oder diese unter sich. Über den Kopfstigmen je 2—3 Drüsen. Perivaginale Drüsen in fünf Gruppen, welche einen Bogen bilden. Zahlen von drei Exemplaren: 10 : 11 : 10 : 9 : 8; 4 : 10 : 8 : 7 : 9; 10 : 18 : 11 : 15 : 10. Newstead [119] gibt folgende Zahlen: 9—12 : 10—12 : 5—10 (: 10—12 : 9—12). Die zweite und vierte Gruppe mitunter auseinandergezogen und geteilt, so daß sieben Gruppen gezählt werden können. Überzählige Gruppen auf den Nachbarsegmenten nicht vorhanden, selten einzelne Drüsen. Ovovivipar und ovipar.

Morgans Beschreibung [117, p. 14] weicht darin ab, daß er sagt: „The posterior margin of the female adult, unlike most species of *Diaspina*, is entire, possessing neither plates nor lobes.“ Die mir von Herrn Morgan überlassenen Tiere besitzen aber Lappen und gehören in jeder Hinsicht zu *L. šulci*. Übrigens macht schon Newstead [119, p. 223] mit Recht auf die Veränderlichkeit aufmerksam, welche am Pygidium von *L. šulci* (doch auch bei den anderen Arten) zu bemerken ist, so daß wohl auch gelegentlich die Lappen ganz fehlen können.

Ich beobachtete auch ungeflügelte Männchen.

Verbreitung und Nährpflanzen.

Deutschland: Triglitz i. d. Prignitz, auf Pinus silvestris (V. 1885). — Lyck a. d. Dallnitz (Lyck in Ostpreußen?), auf Pinus silvestris (V. 1872). — Jerichow a. E., auf Pinus silvestris (IX. 1901). — Berlin, Hasenheide (V. 1851), Jungfernheide (V. 1899) und alter bota-

nischer Garten, auf Pinus silvestris. — Eberswalde, auf Pinus Laricio (IV. 1905). — Regenstein bei Blankenburg am Harz, mit *Aspidiotus abietis* auf Pinus silvestris (VIII. 1890). — Grünberg, Schlesien, auf Pinus silvestris (IX. 1890 und VI. 1905). — Breslau, auf Pinus silvestris (vor 1870). — Thommendorf bei Bunzlau, auf Pinus uliginosa (XII. 1864). — Kohlfurt i. Schl., auf Pinus montana (VI. 1861) und Pinus uliginosa (IX. 1863). — Riesengebirge (ohne nähere Bezeichnung), auf Pinus montana (VII. 1861). — Görlitz, auf Pinus montana (1860), auf Pinus silvestris (V. 1871, am hohen Neißeufer). — Leipzig, auf Pinus silvestris (1874). — Naunhof i. S., auf Pinus silvestris (VI. 1901). — Rathen in der sächsischen Schweiz, auf Pinus silvestris (V. 1900). — Erlangen, auf Pinus Pumilio im botanischen Garten (X. 1904), auf Pinus silvestris (III. und IV. 1905), einmal auf Pinus Strobus (III. 1905). — Hetzlas (Leyerberg) bei Erlangen, mit *Aspidiotus abietis* und *Lepidosaphes newsteadi* auf Pinus silvestris (VI. 1906). — Hersbruck, bei Kirchensittenbach und Treuf, auf Pinus silvestris (VI. 1906). — Schwabach bei Nürnberg, auf Pinus silvestris (V. und VI. 1905), viel mit *Lepidosaphes newsteadi*. — Reichertshofen bei Ingolstadt, auf Pinus silvestris (VI. 1906). — Schleißheim bei München, am Bergl, auf Pinus silvestris (VIII. 1905). — Sünzhausen bei Freising (IV. 1906). — Filz bei Harpfetsham, Oberbayern, auf Pinus silvestris (VII. 1905). — Mönchspoint bei Tengling, Oberbayern, auf Pinus Pumilio (VII. 1905). — Bernau a. Chiemsee, auf Pinus Pumilio (V. 1904). — Seeshaupt am Starnberger See, auf Pinus silvestris (V. 1905). — Federseeried (III. 1905) und Pfrunger Ried (VI. 1900), Oberschwaben, Württemberg, auf Pinus montana. — Gernsheim a. Rh., auf Pinus silvestris (IV. 1902). — Ingelheim a. Rh., Gaualgesheimer Kopf, auf Pinus silvestris (1905). — Steinau, Kreis Schlüchtern, Prov. Hessen-Nassau, auf Pinus silvestris (VI. 1906).

Österreich-Ungarn: Chuchle bei Prag [Newstead, 118, p. 182], auf Pinus silvestris (V. 1894). — Brühl bei Wien, auf Pinus austriaca (IV. 1859). — Mödling, auf Pinus austriaca. — Triest, bei Opcina, auf Pinus austriaca (VI. 1905). — Bosnien: Reljevo, auf Pinus austriaca (V. 1869). Nordrand der Ebene von Sarajevo, auf Pinus silvestris (V. 1871).

Schweiz: Vispach, Oberwallis, mit *Aspidiotus abietis* auf Pinus silvestris (VII. 1870). — Sitten, Wallis, auf P. silvestris (VII. 1906).

Frankreich: Châtenay (Seine), mit *Aspidiotus abietis* auf Pinus Strobus (VI. 1906). — La Ronde près Moulins (Allier), auf Pinus Strobus und Pinus silvestris (V. 1906). — Dép. de la Dordogne, auf Pinus sp. (IV. 1901).

Portugal[1]: Villa Nova da Gaya bei Porto, auf Pinus maritima. [Vergl. auch Morgan, 117, p. 13.]. Die Tiere verdanke ich Herrn Morgan. — Coimbra, auf Pinus Pinaster (III. 1890).

Spanien[1]: Valencia, botanischer Garten, auf Pinus halepensis, P. Pinaster, P. Pinea, P. pyrenaica (VII. 1905), mit *Aspidiotus abietis.*

Italien: Am Gardasee, Prov. Verona, auf Pinus Pinea (V. 1867) und P. Pinaster (V. 1868). — Padua, botanischer Garten, auf Pinus Laricio (IX. 1828).

Griechenland: Lakonia, Berg Taygetos (H. Ilias?), zwischen 1500 und 2000 m, auf Pinus Laricio (VI. 1899).

Kleinasien: Mysien, Yenidje-Kjöi, auf Pinus sp. (VIII. 1883). — Lycien (ohne nähere Bezeichnung), auf Pinus Pinea (1854).

Kaukasus: Cartilinia (= Georgien; ohne nähere Bezeichnung), auf Pinus silvestris.

Biologie. Von Ende Mai bis Mitte Juni fand ich ♀♀ ad. mit Ovarialeiern, Juni und Juli unbeschildete Larven und Larven in Exuvie, von da bis zum Mai ♀♀ 2. Stad. Im Mai und Juni sind die Männchen und Weibchen erwachsen. Es überwintert demnach offenbar das zweite Stadium. Allem Anschein nach existirt nur eine Generation, die einzelnen Stadien dürften sich aber häufig sehr ungleichmäßig folgen, so daß man nicht selten verschiedene Stadien gleichzeitig antrifft.

Die Tiere der südeuropäischen Fundorte waren in der Entwicklung den deutschen etwa zwei bis drei Wochen voraus.

Da, wo die Art einmal vorkommt, scheint sie sehr zahlreich zu sein. Krustenartige Besetzungen sind nicht selten. In Deutschland ist sie entschieden die häufigste *Leucaspis.*

Synonymie. Da sich Newstead [119] bei der Beurteilung der Zugehörigkeit der Art allein von der Beschaffenheit des erwachsenen Weibchens leiten ließ, schien ihm durch das Eingeschlossenbleiben des Weibchens wie durch den Mangel der dornförmigen Platten die Identität mit *L. pini* Hartig ausgeschlossen, nachdem er festgestellt hatte, daß die „spines" von *L. pini* (= *L. candida*) keine Ausscheidungen waren, wie Morgan [117] als wahrscheinlich hinstellte, sondern Teile des Hinterrandes. Er zog die Art zu der völlig verschiedenen Gattung *Fiorinia.*

Ihre Zugehörigkeit zu *Leucaspis* hat zuerst Šulc [120] erkannt, indem er die Art folgendermaßen erwähnt: *Leucaspis šulci* Newstead (= *Fiorinia šulci Newstead*). Ihm folgend stellt auch Cockerell [123] die Art zu *Leucaspis.*

Gänzlich verkannt ist *L. šulci,* wie auch *L. candida* und *Syngenaspis parlatoreae,* von Reh [145]. Wenn er schreibt, daß er zwischen

[1] Die portugiesischen und spanischen Tiere sind oft groß (♀ 2. Stad. 2 mm lang), mit sehr breitem, etwas flockigem Schild. Vergl. auch Leonardi [20, p. 25].

Fiorinia šulci und *Syngenaspis parlatoreae,* die er unter den weißen Schilden fand (also zweite Stadien), keinen Unterschied entdecken konnte, so hätte ihm doch auffallen müssen, daß einmal die Lappen von *Syngenaspis* anders sind als bei *L. šulci,* dann aber vor allem, daß Šulc für *Syngenaspis* perivaginale Drüsengruppen angibt, während *L. šulci* im zweiten Stadium keine besitzt. Daß Šulc *Fiorinia šulci* als *Leucaspis* erkannt hat, ist ihm auch entgangen.

Leonardi hat die Art *Anamaspis löwi* genannt. Über die „Berechtigung" der Gattung *Anamaspis* wurde an anderem Ort (p. 25) gesprochen. Auch die Colvéesche *L. löwi* ist bereits erwähnt. Es wurde damals schon gesagt, daß aus Colvées Diagnose nur das zu entnehmen ist, daß ihr eine *Leucaspis* zu Grund gelegen, aber weiter nichts. Wenn nun nachträgliche Untersuchung ergeben hat, daß am Colvéeschen Fundort *L. šulci* vorhanden ist, und der Schluß berechtigt erscheint, daß eben diese *L. šulci* unter der *L. löwi* zu verstehen sei, so fehlt doch jegliche Grundlage, die gut beschriebene *L. šulci* in die völlig unklare *L. löwi* umzutaufen. Es muß die Bezeichnung *L. šulci* beibehalten werden.

8. ***Leucaspis pusilla*** Löw.

Schild 2 mm lang, bis 1 mm breit, weiß, am Kopfende schmal, dann plötzlich verbreitert, hinten abgerundet. Larvenhaut gelblich oder grünlich durchschimmernd.

Larve bis 0.5 mm lang und 0.23 mm breit, jung weinrot, tot gelblich oder grünlich. Lappen breiter als lang, mit 1 oder 2 kleinen Seitenläppchen; Mittelläppchen mit wenig gerundetem, fast geradem, mitunter gekerbtem Unterrand (Abb. 14 a).

Zweites Stadium 1.05 mm lang, 0.35—0.4 mm breit, vor der Mitte am breitesten, lebend weinrot, tot bräunlich oder grünlich mit hellgelbbraunem Hinterende. Analsegment mit 4 gelben Lappen, 11—13 Randdrüsen und etwa 10 größeren, scharf hervortretenden Vorwölbungen (Abb. 14 b_1). Mittellappen im Umriß oval bis elliptisch, am freien Ende breit, abgerundet, mit seitlicher Kerbe oder dreilappig mit kleinen Seitenläppchen. Seitenlappen ähnlich, schmäler, dreilappig mit abgerundetem, ziemlich schmalem Mittelläppchen, dessen Unterrand nicht selten gezähnt ist. Lappen manchmal ohne seitliche Kerben, ähnlich wie bei *L. šulci,* doch durch den gekerbten Unterrand verschieden (Abb. 14 b_2). Zwischen je 2 Lappen 1 Drüse und 2 Platten, nach den Seitenlappen 1 Drüse mit Platte, dann 1 Drüse mit auf einer Vorwölbung stehender Platte, Drüse mit Platte, Vorwölbung mit oft lappenartiger Platte, Drüse mit Platte. (Abweichungen von der Reihenfolge sind wie bei den anderen *Leucaspis*-Arten nicht selten.) Platten auch

an den 3 folgenden Segmenten, immer breiter und kürzer werdend. Über den Stigmen des Kopfteils je 2—3 Drüsen. Exuvie von der ähnlichen bei *L. šulci* makroskopisch leicht durch das stark verschmälerte Kopf- und Hinterende unterscheidbar.

Erwachsenes Weibchen länglich, hinter der Mitte am breitesten, farblos oder rötlich, mit parabolischem Analsegment (Abb. 14 c_1—c_3). Hinterrand mit durchschnittlich 38 dornförmigen Platten; diese unverzweigt oder an der Spitze in einige Zähne aufgelöst, auch einseitig oder auf beiden Seiten fiederartig fein gezähnt. Lappen fehlen. Die Platten, von denen 2—4 oft kurz, lappenähnlich sind[1], stehen in Gruppen von je 3—6, durchschnittlich 4 (zwischen je 2 Gruppen findet sich ein langes Haar), sie sind ungleich lang; in der Mitte des Hinterrandes sind 2—5 häufig am Grund verschmolzen, wodurch der Hinterrand vorgezogen scheint. Drüsen 24—40, in einem flachen Bogen aus 5 mehr oder minder undeutlichen Gruppen; mitunter sind die beiden äußeren Gruppen, aus je 6—7 Drüsen, deutlich abgegrenzt. Überzählige Drüsen meist fehlend; selten wenige einzelne. Über den Kopfstigmen 0—3 Drüsen.

Männchen (nach Löw, 73) in drei Formen: langflügelig, kurzflügelig, ungeflügelt.

Verbreitung und Nährpflanzen.

Deutschland: ? Eberswalde, auf Pinus Pumilio (comm. Dr. Reh, 1905).

Österreich-Ungarn: Mödling bei Wien, auf Pinus austriaca (V. 1883). Löw [73] nennt allgemein Niederösterreich, ohne nähere Bezeichnung, Nährpflanze Pinus silvestris. — ? Böhmen [Šulc, 76, ohne nähere Bezeichnung]. — Triest, beim Jäger, auf Pinus austriaca (VII. 1905). — Insel Brioni bei Pola, auf Pinus Pinea (VI. 1905).

Frankreich: Provence (ohne nähere Bezeichnung), auf Pinus Pinea (1823). — Avignon, auf Pinus halepensis. — La Seyne bei Toulon, auf Pinus halepensis (III. 1883). — Korsika: Bonifato bei Calvi, auf Pinus Pinaster (XII. 1903). Vizzavona, auf Pinus Laricio var. Poiretiana (XI. 1903).

Spanien: Montserrat, unterhalb des Klosters, auf Pinus halepensis (XI. 1882).

Italien: Sardinien (ohne nähere Bezeichnung), auf Pinus halepensis (IV. 1898). Insel San Pietro, auf Pinus halepensis (IV. 1898). — La Mortola, auf Pinus halepensis, P. maritima und P. Pinea (Sommer 1905). — Ravenna, Pinetum, auf Pinus Pinea (IV. 1905). — Pisa, Berg Pisano, auf Pinus Pinaster (1872). — Caserta, auf Pinus montana. — Neapel, bot. Garten, auf Pinus canariensis (V. 1868) und mit *Diaspis juniperi* auf P. filifolia (I. 1869). Posilipo, auf Pinus

[1] Man vergleiche das über den Zusammenhang von Lappen und Platten Gesagte (p. 15 f.).

Pinaster (XII. 1868). — Portici, auf Pinus (V. 1905, auch Chermotheca italica mit *Aonidia lauri* und *L. candida*, 33). — Avellino (Saccardo [75] nach Leonardi [80]) auf Pinus silvestris. — S. Vito dei Normanni bei Brindisi, auf Pinus sp. (V. 1905). — Mottola bei Taranto, auf Pinus halepensis (1847). — Calabria (ohne nähere Bezeichnung), auf Pinus Brutia.

Kanarische Inseln: Teneriffa, auf Pinus canariensis (1821).

Marokko: Tal (vallis) Amsmiz im großen Atlas, in 1100—1700 m, auf Pinus halepensis (V. 1871).

Algier: Oran, auf Pinus halepensis (V. 1882). — Mostaganem, forêt de la Macta, auf Pinus sp. (V. 1905). — Birkhadem, auf Pinus halepensis (1840). — Bône, Djebel Edough, auf Pinus Pinaster.

Kleinasien: Rhodos (ohne nähere Bezeichnung), auf Pinus halepensis (1854). — Cypern (ohne nähere Bezeichnung), auf Pinus halepensis (III. 1904). Limasol, Cypern, auf Pinus halepensis (IV. 1859). — Safranbolu, Paphlagonien, auf Pinus Laricio (1835). — Yenidje-Kjöi, Mysien, mit *L. šulci* auf Pinus sp. (VIII. 1883). — Balikeser bei Adramyti, Mysien, auf Pinus sp. (VII. 1883). — Lycien (ohne nähere Bezeichnung), mit *L. šulci* auf Pinus Pinea (1854). — Achyrdagh oberhalb Marasch, Taurien, in 3—4000 Fuß Höhe, auf Pinus halepensis (VII. 1865).

Syrien: El Kuds (Jerusalem), Armenisches Patriarchat, auf Pinus halepensis (III. 1871). — El Chalil (Hebron), in collinis Dachrye, auf Pinus halepensis (IV. 1855).

Biologie. Lebendes Material habe ich aus Korsika, einigen Gegenden Italiens, aus Triest und Brioni erhalten. Danach fand ich: IV. 1905 (Ravenna) ♂♂ ad., leere ♂♂ Schilde, ♀♀ 2. Stad. kurz vor und in der Umwandlung zum ♀ ad., ♀♀ ad. V. 1905 (Portici); ♀♀ ad. tot mit Larven in der Exuvie, beschildete Larven und Tiere 2. Stad. in der Larvenhaut; VI. 1905 (Brioni) Tiere 2. Stad. in der Larvenhaut und junge ♀♀ 2. Stad.; VII. 1905 (Triest) dasselbe; VII. 1905 (La Mortola) dasselbe; XI. und XII. 1905 (Korsika) ♀♀ 2. Stad. in der Larvenhaut und frei.

Zu einer zufriedenstellenden Erkennung des Entwicklungsganges sind die Daten zu wenig zahlreich; doch scheint er dem der *L. šulci* ähnlich zu sein. Vielleicht sind auch zwei Generationen im Jahr vorhanden; wenigstens deutet der Befund am korsikanischen Material darauf hin.

Synonymie. Über die von Leonardi getroffene Umtaufung in *Actenaspis pusilla* vergl. Seite 25.

Der Namen *Leucaspis leonardii* Ckll. ist völlig wertlos, da ihm meines Wissens nirgends eine Diagnose beigegeben ist.

II. Sektion: *Salicicola*.

9. *Leucaspis kermanensis* Lindgr.

Schild 0.9—1.3 mm lang, 0.5—0.9 mm breit, weiß mit hellbraun bis schwärzlich durchschimmernder Larvenhaut, elliptisch bis oval.

Larve 0.47 mm lang, 0.3—0.32 mm breit, ohne Naht, oval, tot gelblich oder grünlich. Lappen ungeteilt, etwa breitrechteckig, mit gezähneltem Unterrand (Abb. 13 a).

Zweites Stadium etwa 1 mm lang, 0.6 mm breit, anfangs oval, später mehr elliptisch, etwas über der Mitte am breitesten. „Platten" wenige, ungeteilt, den „Lappen" sehr ähnlich (Abb. 13 b). Mittellappen ungeteilt, stark vortretend, etwas zusammenneigend, annähernd quadratisch, am Unterrand leicht abgerundet. Zwischen beiden eine Randdrüse. Dicht an der Außenseite jedes Lappens ein kleineres, breitkegelförmiges, lappenähnliches, als Platte anzusprechendes Gebilde, dann 1—2 ebensolche spitze, zwischen beiden eine Drüse, darauf ein breitkegelförmiger, abgerundeter Lappen. Auf diesen folgen noch 3 kleinere, breitkegelförmige, spitze Gebilde (Platten), zwischen je zwei eine Drüse. Über den Stigmen des Kopfteils je 1 Drüse.

Erwachsenes Weibchen von der Form des Weibchens der *Leucaspis šulci*, ohne Platten oder Dornen. Hinterrand jederseits mit (±) fünf kurzen, kegelförmigen, spitzen oder stumpfen Lappen, welche in die Verlängerung der von der Vagina ausstrahlenden Falten fallen und mitunter nur ganz undeutlich ausgebildet sind (Abb. 13 c_1 und c_2). Perivaginale Drüsen 28—40, entweder in einem großen flachen Bogen oder in 3 undeutlichen Gruppen, deren mittlere bogenförmig; auf dem vorletzten und drittletzten Segment, dem Rand genähert, je 1—2 Drüsen; je 2 Drüsen über den Stigmen des Kopfteils.

Verbreitung und Nährpflanzen.

Persien[1]: Kerman in der Provinz Kerman, beim Dorf Deh-bala, 2300 m ü. d. M., auf Salix persica Boiss.; zwischen Yesd und Kerman, bei Beyas, 1400 m ü. d. M., auf Salix zygostemon Boiss.; Hodschedabat in der Provinz Yesd, 1200 m ü. d. M., auf Populus euphratica Oliv.

Biologie. Im April (1892) unbeschildete Larven in der Exuvie des 2. Stad., ♀♀ 2. Stad. frei und in der Larvenhaut, ♀♀ ad. und leere ♂♂ Schilde. Auf der Rinde der Zweige, meist in den Achseln von Zweigen und Blättern, gelegentlich schwach „minirend".

Die Tiere wurden auf Pflanzen gefunden, welche, von J. Bornmüller gesammelt, im Besitz des botanischen Museums in Hamburg sind.

[1] Sanders gibt irrtümlicherweise Korsika an (Catalogue of recently described Coccidae. U. S. Dep. Agr. Ent. Techn. Ser. Nr. 12, Part. I, 1906, p. 12).

Die Bezeichnung *„kermanensis"* wurde vom Namen der persischen Provinz Kerman abgeleitet; aus dieser Provinz habe ich das Tier zuerst gefunden.

Incertae sedis:

10. ***Leucaspis cockerelli*** (de Charm.) Green.

Vorkommen und Nährpflanzen. Ceylon und Mauritius, auf Dracaena Cantleyi und Licuala grandis.

11. ***Leucaspis stricta*** (Mask.) Leon.

Vorkommen und Nährpflanzen. Neuseeland, auf Astelia Cunninghami, Baccaurea sp., Cordyline australis, Dendrobium sp., Hoheria populnea, Phormium tenax.

Unsichere, neu zu untersuchende Arten:

12. ***Leucaspis cordylinidis*** Mask.

Vorkommen und Nährpflanzen. Australien, auf Cordyline sp.

13. ***Leucaspis monophylla*** Murr.

Vorkommen und Nährpflanzen. Europa, auf Pinus sp.

Literaturverzeichnis.

(Die mit einem Sternchen bezeichneten Arbeiten sind mir unzugänglich geblieben.)

I. *Leucaspis* (Targ.) Signoret.

1. 1869. A. Targioni-Tozzetti, Introduzione alla seconda Memoria per gli studj sulle Cocciniglie, e Catalogo dei generi e delle specie della famiglia dei Coccidi. Soc. Ital. Sci. Nat. XI, (1868) 1869, p. 734.
2. 1869. V. Signoret, Essai sur les cochenilles ou gallinsectes. Ann. Soc. Ent. Fr. (1868) 1869, p. 99 (77): *Leucodiaspis.*
3. 1870. Derselbe, 1870, p. 100 (144).
4. 1881. A. Targioni-Tozzetti, Relazione intorno ai lavori della R. Stazione di entomologia agraria di Firenze per gli anni 1877—78. Parte scientifica. Annali di Agricoltura 1881, Nr. 34. 1881, p. 159 f.
5. 1882. Fr. Löw, Der Schild der Diaspiden. Zool.-bot. Ges. Wien, XXXII, 1882, p. 517, 518, 521.
6. 1883. J. H. Comstock, Second report on scale insects. Dep. Ent. Corn. Univ. Exp. St. 1883, p. 129.
7. 1884. A. Targioni-Tozzetti, Annali di Agricoltura 1884. Firenze-Roma 1884, p. 397.
8. 1886. E. T. Atkinson, Insect-pests belonging to the homopterous family Coccidae. Journ. Asiat. Soc. Bengal. 1886, Vol. LV, part. II, Nr. 3, p. 271 ff.
9. 1891. W. H. Ashmead, A generic synopsis of the Coccidae. Trans. Am. Ent. Soc. XVIII, 1891, p. 101 f.
10. 1893. W. H. Maskell, Further Coccid Notes. Trans. New Zeal. Inst. (1892), Vol. XXV, 1893, p. 209.
11. 1895. Judeich-Nitsche, Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde, 8. Aufl. Wien 1895, II. Bd., p. 1259.
12. 1895. T. D. A. Cockerell, Notes on the geographical distribution of scale insects. Pr. U. S. Nat. Mus. Vol. XVII, 1895, p. 616.
13. 1896. E. E. Green, The Coccidae of Ceylon, part. I, London 1896, p. 38.
14. 1898. A. Berlese e G. Leonardi, Notizie intorno alle cocciniglie americane che minacciono la frutticultura europea. Riv. di pat. veg. Vol. VI, 1898, p. 130 (288).
15. 1898. G. Leonardi, Generi e specie di diaspiti, saggio di sistematica degli Aspidioti. Riv. di pat. veg. Vol. VI, 1898, p. 108.
16. 1903. Derselbe, Sulla Leucaspis Riccae Targ. Portici 1903, p. 15—18. S. A. aus Ann. R. Sc. Sup. Agric. Portici, Vol. V.
17. 1903. Derselbe, Saggio di sistematica delle Parlatoriae. Portici 1903, p. 9—12: Leucaspides. S. A. aus Ann. R. S. Sup. Agric. Portici, Vol. V.
18. 1903. M. E. Fernald, A catalogue of the Coccidae of the world. Hatch Exp. Stat. Mass. Agric. Coll. Bull. 88, 1903, p. 244 f.
19. 1905. L. Lindinger, Zwei neue Schildläuse aus Asien. Insektenbörse, XXII. Jahrg. 1905, S. A. p. 2 f. unter *Cryptoparlatorea.*
20. 1906. G. Leonardi, Generi e specie di Diaspiti. Saggio di sistematica delle Leucaspides. S. A. aus Ann. R. Sc. Sup. Agric. Portici, Vol. VI, 1906.

II. *Leucaspis candida* (Targ.) Signoret. (1.)

21. 1869. *Leucaspis candida* Targ.; A. Targioni-Tozzetti, siehe 1, p. 734.
22. 1870. *Leucaspis pini* Hartig; V. Signoret, siehe 3, p. 102 (146).
*23. 1873. ? *Coccus pini;* Riley, 5. Rep. Ins. Mo. (1873), p. 98.
24. 1881. *Leucaspis candida* Targ.; A. Targioni-Tozzetti, siehe 4, p. 160.
25. 1881. *Leucaspis pini* Hartig; ebenda.
26. 1882. *Leucaspis pini* Hart.; V. Signoret, Bull. Soc. Ent. Fr., (6) II. p. CLXXXIV, 1882.
27. 1882. *Leucaspis pini* Hartig; Fr. Löw, Zur Kenntnis der Nadelholz-Cocciden. Wien. Ent. Zeit., I. Jahrg. 1882, p. 274 f.
28. 1883. *Leucaspis pini* Hartig; Fr. Löw, Über eine neue Nadelholz-Coccide und den Dimorphismus der Coccidenmännchen. Wien. Ent. Zeit., II. Jahrg. 1883, p. 5.
29. 1883. *Leucaspis pini* (Hartig); J. H. Comstock, siehe 6.
30. 1886. *Leucaspis pini;* E. Witlaczil, Zur Morphologie und Anatomie der Cocciden. Zeitschr. f. wiss. Zool. XLIII. (1885), Leipzig 1886, p. 150 ff.
31. 1885/86. *Leucaspis pini* Hart.; J. W. Douglas, Note on some British Coccidae (No. 2). Ent. Monthl. Mag. XXII, 1885—86, p. 247.
32. 1892. *Leucaspis pini* Hartig; A. C. F. Morgan, Observations on Coccidae (No. 9). Ent. Monthl. Mag. XXVIII, 1892, p. 13.
33. 1895. *Leucaspis pini* Hartig, z. T.; Berlese e Leonardi, Chermotheca italica, 1895, Fasc. I, No. 19.
34. 1895. *Leucaspis pini* Hartig; K. Šulc, Studie o Coccidech. Věstnik Kral. České Společnosti Náuk. Třída math.-přírodovědecká, 1895, p. 5, 19.
35. 1896. *Leucaspis pini* Hartig; T. D. A. Cockerell, A check-list of the Coccidae. Bull. Ill. St. Lab. Nat. Hist., IV, 1896, p. 337.
36. 1897. *Leucaspis pini* Hartig; T. D. A. Cockerell, The food plants of scale insects (Coccidae). Proceed. U. S. Nat. Mus. XIX, p. 773.
37. 1903. *Leucaspis pini* (Hartig); M. E. Fernald, siehe 18, p. 245.
38. 1903. *Leucaspis pini* Hartig; G. A. Coleman, Coccidae of the Coniferae, with the descriptions of ten new species from California. Journ. New York Ent. Soc. XI, 1903, p. 84.
39. 1905. *Leucaspis pini* Sign.; L. Lindinger, Über einige Nadelholzcocciden. Naturwiss. Zeitschr. f. Land- und Forstwirtschaft, 3. Jahrg., Juni 1905, p. 253.
40. 1905. *Leucaspis candida* (Targ.-Tozz.) Signoret; L. Lindinger, Zwei neue Arten der Coccidengattung Leucaspis. Zool. Anzeiger, Bd. XXIX, 1. Aug. 1905, p. 253.
41. 1906. ? *Leucaspis affinis* Leon.; G. Leonardi, Due nuove specie di Cocciniglie. S. A. aus Ann. R. Sc. Sup. Agric. Portici, Vol. VI, 1906. p. 5.
42. 1906. *Leucaspis pini* Hart.; G. Leonardi, siehe 41.
43. 1906. *Leucaspis Pini* Hart.; G. Leonardi, siehe 20, p. 9 ff.
44. 1906. ? *Leucaspis affinis* Leon.; G. Leonardi, siehe 20, p. 12 ff.

III. *Leucaspis cockerelli* (de Charmois) Green (10).

*45. 1899. *Fiorinia cockerelli* de Charm.; D. Emmerez de Charmois, Notes sur les Cochenilles. Extrait des publications de la Société amicale scientifique, 24 Mars 1899, p. 37.
46. 1899. *Fiorinia cockerelli* de Charm.; T. D. A. Cockerell, The Coccidae of Mauritius. Am. Nat. XXXIII, 1899, p. 900.

47. 1903. *Fiorinia cockerelli* de Charm.; M. E. Fernald, siehe 18, p. 246.
*48. 1905. *Leucaspis cockerelli* (de Charm.) Green; E. E. Green, Supplementary notes on the Coccidae of Ceylon. Journ. Bomb. Nat. Hist. Soc., XVI, 1905, p. 344.
49. 1906. *Leucaspis cockerelli* (de Charm.) Green; G. Leonardi, siehe 20, p. 17 ff.

IV. *Leucaspis gigas* (Mask.) Lindgr. (5).

50. 1879. *Diaspis gigas* Mask.; W. H. Maskell, New Zeal. Trans., XI, (1878) 1879, p. 201.
51. 1880. *Fiorinia asteliae* Mask.; W. H. Maskell, ebenda, XII, (1879) 1880, p. 292.
52. 1882. *Diaspis gigas* Mask.; W. H. Maskell, ebenda, XIV, (1881) 1882, p. 217.
53. 1883. *Uhleria gigas* (Mask.) Comst.; J. H. Comstock, siehe 6, p. 111 f.
54. 1885. *Diaspis gigas* Mask.; W. H. Maskell, New Zeal. Trans., XVII, (1884) 1885, p. 24.
*55. 1887. (1888?) *Fiorinia asteliae* Mask.; W. H. Maskell, Ins. Nox. Ag. N. Z., 1887, p. 58.
56. 1890. *Fiorinia gigas* Mask.; W. H. Maskell, New Zeal. Trans. XXII, (1889) 1890, p. 137.
57. 1896. *Fiorinia gigas* Mask.; T. D. A. Cockerell, siehe 35, p. 338.
58. 1903. *Fiorinia gigas* (Mask.); M. E. Fernald, siehe 18, p. 248.
59. 1906. *Fiorinia gigas* Mask.; G. Leonardi, Generi e specie di Diaspiti. Saggio di sistematica delle Fiorininae. Redia, Vol. III, 1906, S. A. p. 30 ff.
60. 1906. *Leucaspis gigas* (Mask.) Lindgr.; L. Lindinger, Zeitschr. f. wissensch. Insektenbiologie, Bd. II (Erste Folge Bd. XI), 1906.

V. *Leucaspis japonica* Ckll. (4).

61. 1879. ? *Mytilaspis drimydis* Mask.; W. H. Maskell, On some Coccidae in New Zealand. Trans. New Zeal. Inst. (= New Zeal. Trans.), XI, (1878) 1879, p. 196, pl. V, 5.
62. 1897. *Leucaspis japonicus* Ckll.; T. D. A. Cockerell, A Japanese Coccid quarantined at San Francisco. Psyche VIII, April 1897, p. 53.
*63. 1897. *Leucaspis japonicus* Ckll.; T. D. A. Cockerell, Notes on scale insects. Calif. Fruit Grower, San Francisco, XX, Nov. 1897.
64. 1899. *Leucaspis japonicus* Ckll.; A. Craw, New scale insects that have been quarantined. Rep. Calif. Bd. Hort. 1899, p. 111 f.
65. 1899. *Leucaspis japonica* Ckll.; T. D. A. Cockerell, First supplement to the check-list of the Coccidae. Bull. Ill. St. Lab. Nat. Hist. V, 1899, p. 397.
66. 1902. *Leucaspis japonica* Ckll.; S. J. Kuwana, Coccidae (Scale insects) of Japan. Proceed. Calif.. Ac. Sc., 3. ser. Zool., III, 1902, p. 74.
67. 1903. *Leucaspis japonica* Ckll.; M. E. Fernald, siehe 18, p. 244.
68. 1904. *Leucaspis japonica* Ckll.; L. Reh, Verbreitung und Nährpflanzen einiger Diaspinen. Allg. Zeitschr. f. Ent., 9. Bd., 1904, p. 177. Nomen nudum!
69. 1905. *Leucaspis japonica* Ckll.; L. Lindinger, im VII. Ber. üb. d. Tätigkeit d. Abt. f. Pflanzenschutz. Jahrb. Hamb. Wiss. Anst. XXII, 1905, Hamb. Bot. Staatsinst., Jahresber. 1904, p. 29.
70. 1906. *Leucaspis japonica* Ckll.; G. Leonardi, siehe 20, p. 28.

VI. *Leucaspis kermanensis* Lindgr. (9).

71. 1905. *Leucaspis kermanensis* Lindgr.; L. Lindinger, Zwei neue Arten der Coccidengattung Leucaspis. Zool. Anzeiger, Bd. XXIX, Nr. 8, 1905, p. 253 f.
72. 1906. *Leucaspis kermanensis* Lindinger; G. Leonardi, siehe 20, p. 29.

VII. *Leucaspis pusilla* Löw (8).

73. 1883. *Leucaspis pusilla* Löw; Fr. Löw, Über eine neue Nadelholz-Coccide, siehe 28, p. 3—5.
74. 1895. *Leucaspis pini* Hartig (z. T.); Berlese e Leonardi, siehe 33.
75. 1895. *Leucaspis pini* Htg.; F. Saccardo, Manipolo di Cocciniglie raccolte in provincia d'Avellino. Riv. d. pat. veg. Vol. IV, 1896, p. 53.
76. 1895. *Leucaspis pusilla* Löw; K. Šulc, siehe 34, p. 19.
77. 1903. *Leucaspis pusilla* Löw; M. E. Fernald, siehe 18, p. 245.
78. 1903. *Leucaspis leonardii* Ckll.; G. A. Coleman, siehe 38, p. 84. Ohne Diagnose.
79. 1905. *Leucaspis pusilla* Löw; L. Lindinger, siehe 40, p. 253.
80. 1906. *Actenaspis pusilla* (Löw) Leon.; G. Leonardi, siehe 20, p. 26 f.

VIII. *Leucaspis riccae* Targ., Leonardi (3).

81. 1881. *Leucaspis Riccae* Targ.; A. Targioni-Tozzetti, siehe 4, p. 160 f., Tav. 3, fig. 21, 21 a.
82. 1883. *Leucaspis epidaurica* Genn.; P. Gennadius, Description de trois nouvelles espèces de cochenilles. Ann. Soc. Ent. Fr., (6) III, 1883, p. 31.
83. 1884. *Chionaspis Riccae* Targ.; A. Targioni-Tozzetti, Relazione della Statione etc. 1884, p. 397.
*84. 1885. *Chionaspis Riccae* Targ.; A. Targioni-Tozzetti, Note sopra alcune Cocciniglie. Boll. Soc. Ent. Ital., XVII, 1885, S. A. p. 13.
*85. 1888. *Chionaspis Riccae* Targ.; A. Targioni-Tozzetti, Sopra alcune specie di cocciniglie, sulla loro vita e sui momenti e gli espedienti per combatterle. Boll. R. Soc. Tosc. Agric., XIII, 1888, S. A. p. 12.
86. 1896. *Leucaspis epidaurica* Genn.; T. D. A. Cockerell, siehe 35, p. 337.
87. 1903. *Howardia lobulata* Del Quercio; G. Del Quercio, Contribuzione allo studio dei Diaspini dell'olivo. Boll. soc. Ent. Ital., XXXIV, 1903, p. 185.
88. 1903. *Rhopaloaspis Riccae* Del Quercio; ebenda p. 188.
89. 1903. *Leucaspis Riccae* Targ.; G. Leonardi, Sulla *Leucaspis Riccae* Targ. Boll. Ent. agr. e pat. veg., X, 1903, p. 76 f.
90. 1903. *Leucaspis Riccae* Targ.; G. Leonardi, Sulla *Leucaspis Riccae* Targ. S. A. aus Ann. R. Sc. Sup. Agric. Portici, Vol. V, 1903.
91. 1903. *Leucaspis epidaurica* Genn.; M. E. Fernald, siehe 18, p. 244.
92. 1903. { *Mytilaspis riccae* Ckll.; *Lepidosaphes riccae* Fern.; } ebenda p. 313.
93. 1906. *Leucaspis Riccae* Targ.; G. Leonardi, siehe 20, p. 14 ff.

IX. *Leucaspis signoreti* (Targ.) Sign. (2).

94. 1869. *Leucaspis signoreti* Targ.; A. Targioni-Tozzetti, siehe 1, p. 735.
95. 1869. *Leucodiaspis signoreti* Targ.; V. Signoret, siehe 2, p. 99 (77).
96. 1870. *Leucaspis signoreti* Targ.; V. Signoret, siehe 3, p. 100 (144).
97. 1882. *Leucaspis signoreti* Targ.; V. Signoret, Bull. Soc. Ent. Fr. (6) II, 1882, p. CLXXXV.
98. 1883. *Leucaspis signoreti* Targ.-Tozz.; J. H. Comstock, siehe 6, p. 129.
99. 1885/86. *Leucaspis signoreti* Targ.; J. W. Douglas, siehe 31, p. 247.
100. 1896. *Leucaspis Signoreti* Targ.; T. D. A. Cockerell, siehe 35, p. 337.
101. 1897. *Leucaspis signoretii* Targ.; T. D. A. Cockerell, siehe 36, p. 773.
102. 1903. *Leucaspis signoreti* Targ.; M. E. Fernald, siehe 18, p. 245.
103. 1903. *Leucaspis signoretii* Targ.; G. A. Coleman, siehe 39, p. 84.

104. 1904. *Leucaspis pini* (Hartig); L. Lindinger, im VI. Bericht über die Tätigkeit der Abteilung für Pflanzenschutz (in Hamburg). Jahrb. Hamb. Wiss. Anst. XXI, 1904, Hamb. Bot. Staatsinst. Jahresber. 1903, p. 44.

105. 1905. *Leucaspis corsa* Lindgr.; L. Lindinger, Zwei neue Arten der Cocciden-gattung *Leucaspis*. Zool. Anzeiger, Bd. XXIX, Nr. 8, 1. Aug. 1905, p. 252 f.

106. 1905. *Leucaspis signoreti* (Targ.) Sign.; ebenda p. 253.

107. 1906. *Leucaspis Signoreti* Targ.; G. Leonardi, siehe 20, p. 6 ff.

X. *Leucaspis stricta* (Mask.) Leon. (11).

108. 1884. *Fiorinia stricta* Mask.; W. H. Maskell, New Zeal. Trans. XVI, (1883) 1884, p. 124.

109. 1885. *Fiorinia stricta* Mask.; ebenda XVII, (1884) 1885, p. 21.

*110. 1887. *Fiorinia stricta* Mask.; W. H. Maskell, Ins. Nox. Agr. New Zeal., 1887, p. 60.

111. 1893. *Fiorinia stricta* Mask.; T. D. A. Cockerell, Gard. Chron., (3) XIII, 1893, p. 548.

112. 1903. *Fiorinia stricta* Mask.; M. E. Fernald, siehe 18, p. 249.

113. 1906. *Leucaspis (Fiorina) stricta* (Mask.) Leon.; G. Leonardi, siehe 59, p. 61.

114. 1906. *Leucaspis stricta* Mask.; G. Leonardi, siehe 20, p. 19 ff.

XI. *Leucaspis šulci* (Newst.) Šulc (7).

115. 1882. *Leucaspis löwi* Colvée; P. Colvée, Nuevos estudios sobre algunos insectos de la familia de los Coccidos. Valencia 1882, p. 10 ff.

116. 1883. *Leucaspis Löwi* Colvée; Fr. Löw, Wien. Ent. Zeit., II. Jahrg. 1883, p. 43.

117. 1892. *Leucaspis pini* Sign.; A. C. F. Morgan, Observations on Coccidae (Nr. 9). Ent. Monthl. Mag. Vol. XXVIII, 1892, p. 13 f.

118. 1894. *Leucaspis pini;* R. Newstead, Observations on Coccidae (Nr. 8). Ent. Monthl. Mag. Vol. XXX, 1894, p. 181 f.

119. 1894. *Fiorinia šulci* Newst.; ebenda p. 232 f.

120. 1895. *Leucaspis šulci* Newst.; K. Šulc, Studie o Coccidech I, p. 19; siehe 34.

121. 1896. *Fiorinia šulcii* Newst.; T. D. A. Cockerell, A check-list of the Coccidae. Bull. Ill. St. Lab. Nat. Hist. IV, 1896, p. 337.

122. 1896. *Leucaspis loewi* Colv.; ebenda.

123. 1897. *Fiorinia šulci* Newst. = *Leucaspis šulci* Šulc; T. D. A. Cockerell, The food-plants of scale insects (Coccidae). Proc. U. S. Nat. Mus. XIX, 1897, p. 773.

124. 1903. *Fiorinia šulci* Newst.; G. A. Coleman, siehe 38. p. 84.

125. 1905. *Leucaspis šulci* (Newst.) Šulc; L. Lindinger, siehe 39, p. 253.

126. 1905. *Leucaspis šulci* (Newst.) Šulc; L. Lindinger, siehe 40, p. 253.

127. 1906. *Anamaspis Loewi* Colvée; G. Leonardi, siehe 20, p. 23 ff.

XII. Angaben, die sowohl auf *L. candida* als auf *L. šulci*, ev. auch auf *L. pusilla* bezogen werden können.

128. 1818. *Coccus pineti* Schrank (z. T.); J. M. Bechstein, Forstinsectologie, Gotha 1818, p. 99.

129. 1839. *Aspidiotus Pini* Hartig; Th. Hartig, Entomologische Notizen. Jahresberichte über die Fortschritte der Forstwissenschaft und forstlichen Naturkunde im Jahre 1836 und 1837 nebst Original-Abhandlungen aus dem Gebiete dieser Wissenschaften. I. Jahrg., 4. Heft, 1839, p. 642.

130. 1839. *Aspidiotus flavus* Hartig; ebenda.
131. 1851. *Aspidiotus pini* Bché.; J. Fr. Bouché, Neue Arten der Schildlaus-Familie Ent. Zeit. Stettin, 12. Jahrg., 1851, p. 111.
132. 1874. *Aspidiotus pini* Bché.; J. H. Kaltenbach, Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten. Stuttgart 1874, p. 703.
133. 1879. *Aspidiotus pini* Bouch.; Schlechtendal und Wünsche, Die Insekten, III, p. 673. Leipzig 1879.
134. 1880. *Aspidiotus pini* Bouché; E. L. Taschenberg, Praktische Insekten-Kunde V. Bremen 1880, p. 84.
135. 1883. *Aspidiotus Pini* Bé.; A. Karsch, Die Insektenwelt, 2. Aufl. Leipzig 1883, p. 668.
136. 1886. *Aspidiotus pini* Bouché; J. Leunis, Synopsis der Thierkunde. 3. Aufl., II. Bd., 1886, p. 479.
137. 1893. *Aspidiotus pini* Htg.; K. Eckstein, Die Kiefer, I, p. 32. Berlin 1893.
138. 1894. *Aspidiotus pini;* F. Rudow, Die Kiefer, ihre Bewohner und Feinde. Insektenbörse 11. Jahrg. No. 13, 1. Juli 1894, p. 130.
139. 1895. *Aspidiotus pini* Htg.; A. O. Henschel, Die schädlichen Forst- und Obstbaum-Insekten. 3. Aufl. Berlin 1895, p. 514.
140. 1895. *Aspidiotus (Leucaspis* Sign.*) Pini* Htg.; Judeich-Nitsche, siehe 11.
141. 1896. *Aspidiotus Pini* Hartig; A. B. Frank, Die tierparasitären Krankheiten der Pflanzen. Breslau 1896, p. 174.
142. 1897. *Aspidiotus pini* Htg.; K. Eckstein, Forstl. Zool., 1897, p. 558.
143. 1901. *Leucaspis pini* Hartig; G. Leonardi, in Gli insetti nocivi, Vol. IV, p. 576. Napoli 1901.
144. 1901. *Leucaspis pini* Htg.; Ew. H. Rübsaamen, Bericht über meine Reisen durch die Tucheler Heide in den Jahren 1896 und 1897. Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. Neue Folge X. Bd. 2. u. 3. Heft. 1901, p. 143.
145. 1904. *Leucaspis pini* Hart.; L. Reh, Zur Naturgeschichte mittel- und nordeuropäischer Schildläuse. Allg. Zeitschr. f. Ent. 9. Bd., 1904, p. 17 ff.
146. 1904. *Leucaspis pini;* L. Reh, Unsere Schildläuse. Der praktische Ratgeber im Obst- und Gartenbau, 19. Jahrg., 1904, p. 159.
147. 1905. *Aspidiotus pini* Htg.; O. Nüßlin, Leitfaden der Forstinsektenkunde. Berlin 1905, p. 436.

XIII. Neu zu untersuchende Arten.

Leucaspis monophylla Murray (13).

148. ? *Leucaspis monophyllus* A. Murray. ?
149. 1882. — ; V. Signoret, Bull. Soc. Ent. Fr., (6) II, p. CLXXXV, 1882.
150. 1882. — ; P. Colvée, siehe 115, p. 12.
151. 1903. — ; M. E. Fernald, siehe 18, p. 329.

Leucaspis cordylinidis Maskell (12).

152. 1893. — ; W. H. Maskell, New Zeal. Trans., XXV, (1892) 1893, p. 209.
153. 1903. — ; M. E. Fernald, siehe 18, p. 244.
154. 1906. — ; G. Leonardi, siehe 20, p. 21 f.

Verzeichnis der Nährpflanzen mit Angabe der auf ihnen lebenden Leucaspis-Arten.

Acer	*L. japonica.*
Actinidia	*L. japonica.*
„apple“	*L. japonica.*
Astelia	*L. gigas.*
—	*L. stricta.*
Atherosperma	*L. gigas.*
Baccaurea	*L. stricta.*
„broom“	*L. japonica.*
Chrysalidocarpus	*L. japonica.*
Coprosma	*L. gigas.*
Cordyline	*L. stricta.*
Dendrobium	*L. stricta.*
Dracaena	*L. cockerelli.*
Hoheria	*L. stricta.*
Licuala	*L. cockerelli.*
Magnolia	*L. japonica.*
Olea	*L. riccae.*
Paeonia	*L. japonica.*
Phormium	*L. stricta.*
Pinus	*L. candida.*
—	*L. pusilla.*
—	*L. signoreti.*
—	*L. šulci.*
Pistacia	*L. pistaciae.*
Pittosporum	*L. gigas.*
Populus	*L. kermanensis.*
Prunus	*L. japonica.*
Rosa	*L. japonica.*
Salix	*L. kermanensis.*

Bestimmungstabelle der auf Kiefernnadeln lebenden Leucaspis-Arten.

<table>
<tr><td colspan="4">Schild:</td></tr>
<tr><td colspan="2">länglich, gewölbt, meist schmal, gleichmäßig verbreitert, glatt, oft glänzend.</td><td colspan="2">länglich, mehr flach, hinter der Larvenhaut meist plötzlich verbreitert, matt, mehr oder minder flockig.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Larve:</td></tr>
<tr><td colspan="2">größer, etwa 1/3 der Schildlänge, mit tiefer Naht zwischen Pro- und Mesothorax. Lappen wie beim</td><td colspan="2">kleiner als 1/3 der Schildlänge, ohne Naht. Lappen wie beim</td></tr>
<tr><td colspan="4">Zweiten Stadium:</td></tr>
<tr><td>Lappen annähernd rechteckig, innere Ecke des Unterrandes nicht oder nur wenig vorgezogen.</td><td>Lappen umgekehrt dreieckig, mit stark vorspringender Innenecke des Unterrandes.</td><td>Lappen im Umriß rechteckig. Unterrand abgerundet bis direkt halbkreisförmig.</td><td>Lappen im Umriß oval bis elliptisch, gekerbt bis dreilappig, mit gezähntem oder gekerbtem Unterrand.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Erwachsenes Weibchen:</td></tr>
<tr><td colspan="3">mit meist drei (2—4) Paaren konischer, ungeteilter gelber Lappen</td><td rowspan="3">ohne Lappen, mit einem Kranz dornförmiger, häufig verschieden gesägter oder gezähnter Platten. Vier Platten mitunter kürzer, etwas lappenähnlich.</td></tr>
<tr><td colspan="2">und einem Kranz dornförmiger Platten.</td><td>, ohne Platten.</td></tr>
<tr><td>Platten sehr viel, meist über 70, an der Spitze nicht verbreitert.</td><td>Platten bis 50, an der Spitze meist spatelförmig verbreitert.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">Perivaginale Drüsen:</td></tr>
<tr><td>mindestens zwei Reihen bildend.</td><td colspan="3">nur eine Reihe bildend, jedoch überzählige Drüsen meist vorhanden.</td></tr>
<tr><td>L. signoreti.</td><td>L. candida.</td><td>L. šulci.</td><td>L. pusilla.</td></tr>
</table>

Namenverzeichnis der Gattung Leucaspis.

(Die giltigen Namen sind *kursiv* gedruckt.)

Actenaspis pusilla	=	*Leucaspis pusilla.*
Anamaspis löwi	=	*Leucaspis šulci.*
Aspidiotus flavus z. T.	=	Leucaspis sp.
Aspidiotus pini z. T.	=	Leucaspis sp.
Chionaspis riccae	=	*Leucaspis riccae.*
Coccus pineti z. T.	=	Leucaspis sp.
Coccus pini	=	Leucaspis sp.
Diaspis gigas	=	*Leucaspis gigas.*
Fiorinia asteliae	=	*Leucaspis gigas.*
Fiorinia cockerelli	=	*Leucaspis cockerelli.*
Fiorinia gigas	=	*Leucaspis gigas.*
Fiorinia stricta	=	*Leucaspis stricta.*
Fiorinia šulci	=	*Leucaspis šulci.*
Howardia lobulata	=	*Leucaspis riccae.*
Lepidosaphes riccae	=	*Leucaspis riccae.*
Leucaspis affinis	=	*Leucaspis candida.*
Leucaspis bambusae	=	Lepidosaphes bambusae.
Leucaspis candida.		
Leucaspis cockerelli.		
Leucaspis cordylinidis?		
Leucaspis corsa	=	*Leucaspis signoreti.*
Leucaspis cupressi	=	Lepidosaphes cupressi.
Leucaspis epidaurica	=	*Leucaspis riccae.*
Leucaspis gigas.		
Leucaspis japonica.		
Leucaspis kelloggi	=	Lepidosaphes kelloggi.
Leucaspis kermanensis.		
Leucaspis leonardii	=	*Leucaspis pusilla.*
Leucaspis löwi	=	*Leucaspis šulci.*
Leucaspis monophylla?		
Leucaspis pini Berl. e Leon.	=	*Leucaspis candida.*
		Leucaspis pusilla.
Leucaspis pini Lindgr.	=	*Leucaspis signoreti.*
Leucaspis pini Morg.	=	*Leucaspis šulci.*
Leucaspis pini Newst.	=	*Leucaspis šulci.*

Leucaspis pini Sacc.	=	*Leucaspis pusilla.*
Leucaspis pini Sign.	=	*Leucaspis candida.*
Leucaspis pini ♂ Sign.	=	Lepidosaphes newsteadi?
Leucaspis pistaciae.		
Leucaspis pusilla.		
Leucaspis riccae.		
Leucaspis signoreti.		
Leucaspis stricta.		
Leucaspis šulci.		
Leucodiaspis signoreti	=	*Leucaspis signoreti.*
Monophlebus monophyllus	=	Leucaspis monophylla.
Mytilaspis drimydis	=	Leucaspis japonica?
Mytilaspis riccae	=	*Leucaspis riccae.*
Rhopaloaspis riccae	=	*Leucaspis riccae.*
Uhleria gigas	=	*Leucaspis gigas.*

Inhaltsverzeichnis.

— -

Eingegangen am 15. Mai 1906.



W. Weimar phot

Abb. 1. Zweig von Pinus Laricio var. Poiretiana aus Vizzavona, Korsika. Starke Besetzung der Nadeln durch *Leucaspis signoreti*. Einige der untersten Nadeln rechts zeigen unterhalb ihrer Mitte krustenförmige Besiedelung durch *Leucaspis pusilla*. Nat. Gr.

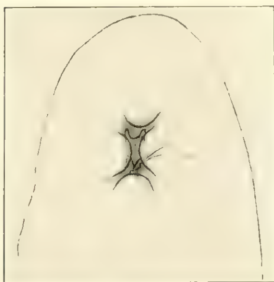


Abb. 2.



Abb. 4.



Abb. 3.

Abb. 2 u. 3. *Leucaspis šulci.* Kopfende des ♀ 2. Stad.
Abb. 2: Vier Ausstülpungen wölben sich über die Mundpartie.
Abb. 3: Ausstülpungen zusammengetroffen, Spalt *s* gebildet; durch ihn tritt der Rüssel *r* des ♀ ad. *w* hindurch. *a* Antennen des 2. Stad., *a'* des ♀ ad. *e* Exuvie des 2. Stad. *d* Drüsen über den Kopfstigmen des ♀ ad. × 70.

Abb. 4. *Leucaspis candida.* ♂ ad. unter dem Schild. An der etwas beschädigten Larvenhaut ist die Naht deutlich zu erkennen. × 26.

Abb. 5. *Leucaspis candida* (Targ. Sign.

Hinterrand *a* der Larve, *b* des 2. Stad., *c* des ♀ ad. Vom Hinterrand des 2. Stad. ist, wie auch bei den anderen Arten, nur der mittlere Teil gezeichnet. *m* Mediane.

Abb. 6. *Leucaspis signoreti* (Targ. Sign.

a und *b* × 660, *c* × 470.

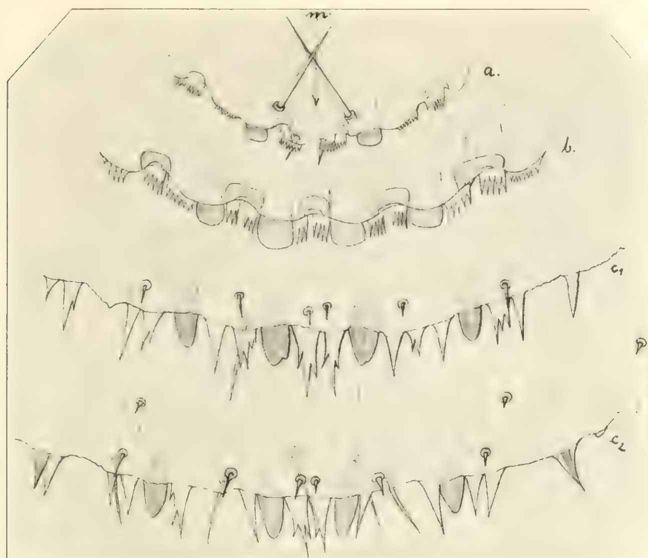


Abb. 7. *Leucaspis riccae* Targ., Leon.
Hinterrand *a* der Larve, *b* des 2. Stad., c_1 und c_2 von ♀♀ ad. × 660.



Abb. 8. *Leucaspis japonica* Ckll. Hinterrand *a* der Larve, *b* vom 2. Stad., c_1 und c_2 von ♀♀ ad. c_2 nach einer von Dr. Reh entworfenen halbseitigen Skizze spiegelbildlich ergänzt. × 660.

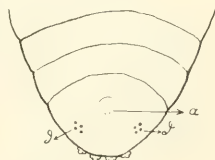


Abb. 9. Hinterende von *Leucaspis japonica* Ckll. 2. Stad. mit zwei ventralen Drüsengruppen auf dem Analsegment. *a* die von der Dorsalseite her durchscheinende Afteröffnung. × 35.



Abb. 10. *Leucaspis gigas* (Mask.). Hinterrand *a* der Larve, *b* des 2. Stad., *c* des ♀ ad. *m* Mediane. Die Einbuchtung in der Mediane bei *c* scheint nicht immer vorhanden zu sein. × 660.

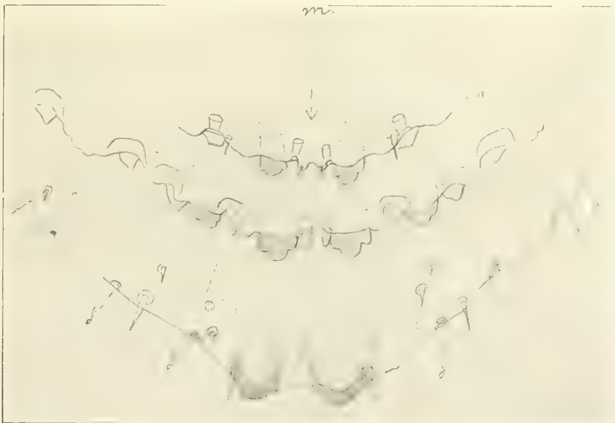


Abb. 11. *Leucaspis pistaciae.* Hinterrand *a* der Larve, *b* des 2. Stad., *c* des ♀ ad. *m* Mediane. *d* kleine Randdrüsen. × 660.



Abb. 12. *Leucaspis šulci* (Newst.) Šulc. Hinterrand *a* der Larve, *b* vom 2. Stad., c_1 und c_2 von ♀♀ ad. *m* Mediane. × 660.

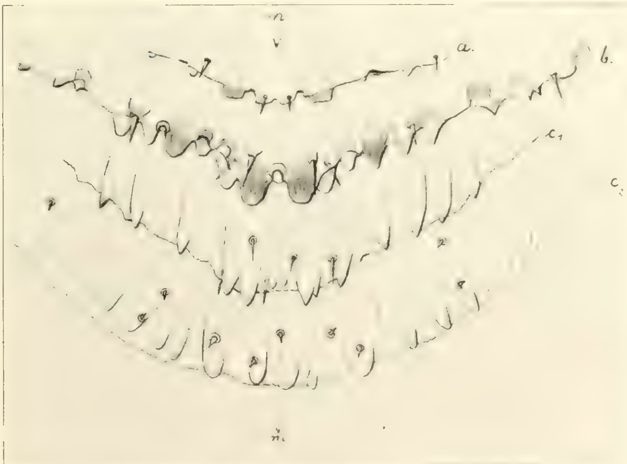


Abb. 13. *Leucaspis kermanensis* Lindgr. Bezeichnungen wie bei Abb. 12. × 660.

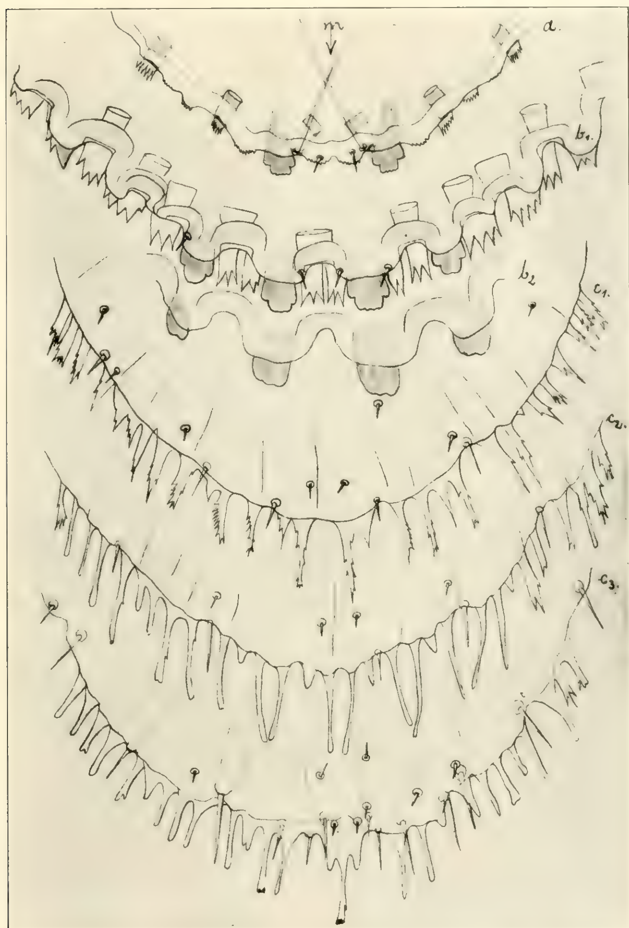


Abb. 14. *Leucaspis pusilla* Löw. Hinterrand *a* der Larve, b_1 und b_2 von 2. Stadien, c_1-c_3 von ♀♀ ad. Lappen von b_2 ungeteilt, mit gekerbtem Unterrand. c_1 mit gesägten Platten, c_2 mit lappenähnlichen Platten gegen die Mediane *m*, die anderen Platten meist unverzweigt, c_3 mit am Grund verschmolzenen Platten in der Mediane; c_1 seltenere, c_3 häufigste Form. × 660.

Die Süßwasseralgen Schleswig-Holsteins

und der angrenzenden Gebiete der Freien und Hansestädte Hamburg und Lübeck und des Fürstentums Lübeck
mit Berücksichtigung zahlreicher im Gebiete bisher nicht beobachteten Gattungen und Arten.

Unter Mitwirkung von Spezialforschern, insbesondere Professor H. Homfeld (Altona),
von Dr. *W. Heering.*

I. Teil: Einleitung. — Heterokontae.
Mit 43 Textfiguren.

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit ist auf Anregung des Herrn Geheimen Regierungsrats Professor Dr. REINKE in Kiel entstanden. Begonnen wurde sie bereits im Jahre 1899. Ursprünglich war nur eine Aufzählung der beobachteten Formen beabsichtigt. Mancherlei Gründe bewogen mich jedoch, die Arbeit in Form einer Flora mit Diagnosen und Bestimmungstabellen fertigzustellen.

Im Laufe der sieben Jahre habe ich in sämtlichen Teilen der Provinz Schleswig-Holstein Algen sammeln können. Ich bin der Provinzialkommission für Kunst, Wissenschaft und Denkmalspflege in Kiel zu besonderem Danke verpflichtet dafür, daß sie mir im Jahre 1902 und 1904 die Mittel für ausgedehnte Reisen zur Verfügung stellte. Eine ganz andersartige Arbeit, die Anfertigung eines „Forstbotanischen Merkbuches für Schleswig-Holstein", mußte zwar einerseits den Fortgang meiner Bearbeitung des gesammelten Algenmaterials ungünstig beeinflussen, gab mir aber andererseits Gelegenheit, auch in solchen Gegenden Algen zu sammeln, die ich bisher als weniger aussichtsreiche nicht besucht hatte.

Eine besondere Freude war es für mich, daß Herr Professor HOMFELD in Altona, der sich seit Jahren mit der Desmidiaceenflora der Umgebung von Hamburg-Altona beschäftigt hat, sich im Jahre 1902 entschloß, die Bearbeitung dieser Familie zu übernehmen. Herr Professor HOMFELD hat zu diesem Zwecke selbst zahlreiche Reisen in die verschiedensten Teile der Provinz unternommen und außer den Desmidiaceen auch manches Material gesammelt, das eine wertvolle Ergänzung meiner

eigenen Sammlungen bildet. Ferner erhielt ich kleinere Beiträge von den Herren: stud. rer. nat. BRUNN (Sonderburg), Professor Dr. MAU (Altona) und Dr. SUPPRIAN (Altona). Das Material war in Formol konserviert. Herr V. POEPPINGHAUSEN † (Hamburg) schenkte mir einiges Alkoholmaterial, Herr Professor HENNINGS (Berlin) eine Sammlung von Exsiccaten. Außerdem erhielt ich vielfach von Bekannten einzelne Algen zur Untersuchung, die aber meist nichts Bemerkenswertes boten.

Die Herbarien habe ich nur insofern benutzt, als es sich um die Identifizierung seltener Arten handelte, oder in den Fällen, in denen das Herbariummaterial eine Bestimmung ohne besondere Schwierigkeiten zuließ.*) Sammlungen einheimischer Süßwasseralgen finden sich im Herbarium des Öffentlichen Museums zu Altona, des Botanischen Instituts der Universität Kiel und des Botanischen Museums in Hamburg. Das Herbarium des Lübecker Museums ist mir nicht bekannt geworden. Vielleicht ist es mir späterhin möglich, die Sammlungen der älteren Zeit einer eingehenden Bearbeitung zu unterziehen. Meiner Ansicht nach läßt sich allerdings die Zeit nützlicher zur Untersuchung lebenden Algenmaterials verwerten, doch ist durch eine solche Bearbeitung älterer Sammlungen vielleicht die Richtigstellung früherer Angaben zu ermöglichen.

Außerdem unterstützten mich durch bereitwillige Auskünfte bezw. Übersendung ihrer Arbeiten die Herren**): Professor Dr. H. BACHMANN (Luzern), Dr. BOHLIN (Stockholm), Dr. O. BORGE (Stockholm), Dr. F. BRAND (München), Dr. F. E. FRITSCH (London), Dr. HIRN (Jyväskylä, Finnland), Professor HENNINGS (Berlin), Professor Dr. VON ISTVANFFI (Budapest), Professor Dr. MÖBIUS (Frankfurt a. M.), Major REINBOLD (Itzehoe), H. SELK (Hamburg), Dr. SENN (Basel), Professor Dr. TIMM (Hamburg), Professor Dr. WILLE (Christiania). Die Herren Professoren Dr. E. ZACHARIAS, Dr. VOIGT und Dr. KLEBAHN erleichterten mir in jeder Weise meine Arbeit in den Hamburger Botanischen Staatsinstituten. Herr Professor Dr. MÖBIUS und Herr Apotheker SELK unterzogen sich der großen Mühe, die Korrekturbogen dieses ersten Teiles zu lesen. Allen genannten Herren spreche ich meinen ergebensten Dank aus, insbesondere aber der Provinzialkommission für Kunst, Wissenschaft und Denkmalspflege in Kiel und Herrn Geheimrat REINKE, denen ich es verdanke, daß diese Arbeit in so umfassender Weise ausgeführt werden konnte, sowie den Herren Professoren Dr. VOLLER und Dr. ZACHARIAS in Hamburg, welche mir hinsichtlich der Drucklegung dieser Arbeit ein weitgehendes Entgegenkommen gezeigt haben.

*) s. im nächsten Abschnitt.

**) Die Herren, welche die Bearbeitung umfangreicheren Materials übernommen haben, werden an den betreffenden Stellen des Textes besonders genannt werden.

Da wegen des Umfanges der Arbeit der Druck nur in einzelnen Abschnitten erfolgen kann, gebe ich hier eine Übersicht über den Plan des ganzen Werkes:

1. Einleitung (Geschichte der Erforschung der Süßwasseralgen Schleswig-Holsteins und der angrenzenden Gebiete. Literatur. — Die Ergebnisse der früheren Arbeiten für die Kenntnis der Chlorophyceen des Gebiets und die Gesichtspunkte, die für dessen floristische Untersuchung zur Herstellung dieser Flora befolgt wurden. — Untersuchung und Konservierung des Materials. — Über die Systematik der Süßwasseralgen und ihre Anwendung in dieser Flora. — Messungen [Umrechnungstabelle für Pariser Linien in μ]. — Allgemeine Literatur). *Heterokontae.* — 2. *Chlorophyceae.* — 3. *Conjugatae.* — 4. *Phaeophyceae.* — *Rhodophyceae.* — 5. *Cyanophyceae.* — 6. *Bacillariaceae.*

Ausgeschlossen habe ich die *Characeae,* mit denen sich Herr Dr. SONDER (Oldesloe) schon seit langen Jahren beschäftigt, und die Flagellaten. Die ersten drei Abteilungen denke ich schnell hintereinander fertigzustellen, da sie die Grünalgen im alten Sinne umfassen.

Zum Schlusse bitte ich alle Herren, die diese Flora benutzen, mir Irrtümer und Unklarheiten mitzuteilen, damit ich diese in einem Anhange richtigstellen kann.

Altona, Oktober 1906.

Dr. Heering.

Einleitung.

I. Geschichte der Erforschung der Süßwasseralgen Schleswig-Holsteins und der angrenzenden Gebiete.

Es ist nicht meine Absicht, hier eine vollständige Geschichte der Erforschung unserer Süßwasseralgen niederzuschreiben, sondern es liegt mir daran, einen kurzen Überblick über die früheren Arbeiten, ihre Bedeutung für die Kenntnis unserer Flora und die Kenntnis der Süßwasseralgen überhaupt zu geben.

Die Lage Schleswig-Holsteins zwischen zwei Meeren und die Leichtigkeit, mit der die hiesigen Botaniker auch in früheren Zeiten überseeische Beziehungen anknüpfen konnten, lassen es erklärlich erscheinen, daß sich die Hauptaufmerksamkeit hier von jeher mehr den Meeresalgen zuwendete. Noch ein zweiter Umstand spielte dabei eine Rolle. Im 18. und in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts waren Mikroskope selten und nicht in der Vollendung vorhanden wie jetzt. Namentlich waren sie lichtschwächer, was z. B. den bekannten Stuttgarter Botaniker VON MARTENS zu der Äußerung veranlaßte*):

„Das herrliche Pariser Mikroskop (des verstorbenen Algologen C. HERING) wird auch in Stuttgart bleiben, im Hause wollte ich es nicht haben, um es nicht so oft zu gebrauchen, da ich nichts Gefährlicheres für die Augen kenne."

Von der Schwierigkeit, ein gutes Mikroskop zu erhalten, erzählt folgender Brief von KÜTZING an FRÖLICH vom 15. November 1834:

„Mit meinem neuen Mikroskope geht mir's nicht so, wie ich es wünschte. Ich werde von den Herren PISTOR und SCHICK immer von 14 Tagen zu 14 Tagen vertröstet. Ich dachte nun bei meiner Gegenwart in Berlin schneller in den Besitz zu kommen, aber Herr SCHICK hatte das für mich gefertigte mit auf seine Reise nach Cassel genommen, um es auf dem Retourwege, nach PISTORs Aussage, mir nach Eilenburg zu überbringen. Professor EHRENBERG befürchtete aber, daß er es wieder unterwegs verkaufen würde. Doch glaube ich, bis Weihnachten sicher eins zu besitzen."

Die Mangelhaftigkeit der technischen Hilfsmittel und die geringen Kenntnisse in der allgemeinen Botanik lassen es erklärlich erscheinen, daß bis vor einem halben Jahrhundert die Arbeiten auf dem Gebiete der Süßwasseralgenkunde sehr wenig unmittelbar brauchbare Resultate gezeitigt haben.

*) Brief an FRÖLICH vom 30. Mai 1843.

Die älteste Arbeit, welche Angaben über unsere Süßwasseralgen enthält, sind die Primitiae Florae Holsaticae, Kiel 1780, als deren Autor F. H. WIGGERS angegeben wird. Bereits von NOLTE wird darauf hingewiesen, daß der wirkliche Autor G. H. WEBER, Professor in Kiel (geb. 1752, gest. 1828), war.*) WIGGERS promovierte auf Grund dieser Arbeit seines Lehrers. In dieser Arbeit sind die Algen noch nach der LINNÉschen Nomenklatur bezeichnet und wohl schwerlich zuverlässig bestimmt. Zu den ältesten Süßwasseralgenforschern in Schleswig-Holstein gehören ferner der jüngere WEBER, FRIEDRICH (1781 geboren, seit 1804 Vorsteher des Botanischen Gartens, 1811 außerordentlicher Professor der Medizin, gest. 1823), und MOHR (geb. 1780, 1807 außerordentlicher Professor der Philosophie, gest. 1808). Das Hauptwerk dieser beiden Forscher: Algae aquaticae, erschien leider nie. Es fanden in ihm auch die Süßwasseralgen eingehende Berücksichtigung. Sie sind wohl von MOHR bearbeitet worden. Im Jahre 1806 schreibt er an FRÖLICH:

„ROTHs 3. Faszikel der Catalecta**) ist erschienen und mir von ihm selbst zugeschickt. Er hat wieder eine Menge Nova beschrieben, einige mir davon zum Präsent gemacht und, was zwischen Herodes und Pilatus doppelt artig ist, alle andern, die er einzeln hat, mir zur Untersuchung übersandt. Ich kenne dann nun jetzt, dem Himmel sei Dank, die früheren und späteren Rothiana. Bei der Gelegenheit ist meine Algographie wiederum ziemlich vorgerückt, und ich habe die schwierigeren Algae aquae dulcis nun ganz beschrieben, ungefähr das Feld des VAUCHERschen Werkes***) — welches Sie wohl längst haben? — Das Andere wird nun auch werden. Es ist mir leid, daß in das Werk, welches wohl ein dicker Band werden wird, soviel Polemik hinein kommt; ich kann doch nicht anders, da ROTHs neue Faszikel gegen mich auf jeder Seite polemisiert; und ich wenigstens Gegengründe angeben muß. Ich will sonst, wo es immer möglich ist, bei der Sache bleiben; obwohl ROTH sich mitunter wirklich ein bißchen unartig benimmt. Es mag ihm doch geschenkt sein, da er mich alles hat sehen lassen. Von TURNER †) erwarte ich nun große Sendungen von Algis, Muscis etc. Schwämme habe ich viel bekommen. Der Index kann vielleicht noch auf dritthalb tausend Arten steigen. Die Flora soll nun auch wahrhaftig beendigt werden. Der Druck geht bald an. Die Kupfer sind bis auf Eins fertig. Leider! ist TRENTEPOHL ††) gestorben. Es hat mich herzlich betrübt. Er war ein wackerer Beobachter. Ich — — †††) doch glücklich, alles von ihm erhalten zu haben, was ich bedurfte. Kein Mensch wird nach diesem alle ROTHschen Algen wiederum zusammenbringen können; aber wenn man meiner Algographie glauben will, wird es auch nicht nötig sein.“

*) NOLTE, Novitiae Florae Holsaticae, Kiel 1826, S. VI. — VON FISCHER-BENZON in PRAHL, Kritische Flora II, S. 40.

**) ROTH, A. G., Catalecta Botanica Fasz. I—III, Leipzig 1797—1806.

***) VAUCHER, J. P., Histoire des Conferves d'eau douce. Genève 1803.

†) Bekannter englischer Algologe.

††) Oldenburgischer Botaniker (Gattung *Trentepohlia*).

†††) Unleserlich.

Leider ist das Werk, wie gesagt, nicht im Druck erschienen,*) da MOHR bereits 1808 starb. Wie eine Todesahnung klingt es, wenn MOHR im September 1806 an FRÖLICH schreibt:

„Die Kunst geht nach Brot. Ich denke: post nubila Phoebus oder sollte mir meine Sonne schon ausgeschienen haben?"

Das WEBER und MOHRsche Herbar wurde 1824, nach dem Tode WEBERS, in Kiel verkauft. Die Algen finden sich jetzt im Herbarium des Botanischen Museums in Hamburg.

Ein Schüler und Freund von WEBER und MOHR war FRÖLICH (geboren 1769 in Glückstadt, von 1808 bis zu seinem Tode, 1845, Pastor zu Boren in Angeln). FRÖLICH hat leider seine Kenntnisse nicht zu schriftstellerischen Arbeiten verwertet. Seine Bedeutung für die Erforschung der Algen ist aber nicht zu unterschätzen, da er sehr weitgehende Beziehungen hatte, seine Beobachtungen anderen in uneigennützigster Weise zur Verfügung stellte und in seinem Herbar, das sich jetzt im Botanischen Institut der Universität Kiel findet, wenigstens die Dokumente seiner Beobachtungen der Nachwelt überliefert hat. In erster Linie waren es die Meeresalgen, die ihn interessierten, doch schenkte er auch den Süßwasseralgen seine Aufmerksamkeit. Er erfreute sich eines großen Ansehens unter den Algologen seiner Zeit. Mehrere Pflanzenarten wurden nach ihm benannt und auch eine Gattung *Froelichia* (VAHL 1796). Von seinen Korrespondenten nenne ich nur den älteren AGARDH, LEIBLEIN, KÜTZING, HORNEMANN, HOFMAN-BANG, V. MARTENS, HERING. Besonders eifrig korrespondierte er mit MERTENS in Bremen, dessen Anregung vielleicht in der ersten Zeit mitbestimmend war, daß er sich mit den Algen beschäftigte. Sehr bedeutsam war es auch, daß FRÖLICH der Algenforschung neue Freunde gewann. So schrieb im Jahre 1833 HÄCKER in Lübeck an ihn:

„Schon oft hegte ich den Vorsatz, mich schriftlich an Sie zu wenden und die Bekanntschaft eines Mannes zu machen, der in der literarischen Welt durch seine Forschungen im Gebiete der Algologie rühmlichst bekannt ist."

---

*) Da die Abbildungen von König CHRISTIAN VIII. von Dänemark gekauft und dem Konsul und Algologen SCHOUSBOE in Marokko geschenkt wurden, habe ich mich so ausführlich über dieses Werk ausgelassen in der Hoffnung, daß das Manuskript vielleicht noch irgendwo aufgefunden wird. Nach dem Tode SCHOUSBOEs wurden sein Herbar und seine Zeichnungen teilweise vom Könige von Dänemark gekauft und dem Botanischen Garten zu Kopenhagen überwiesen, während der andere Teil an COSSON überging. Es scheint nach NOLTE, Novitiae S. X, daß WEBER und MOHR auch eine Exsiccatensammlung herausgegeben haben. NOLTE schreibt: „D. M. H. MOHR et F. WEBER, Professores Kilienses imprimis cryptogamas plantas aquaticas explorabant colligebantque, eam rem aliquando amplo opere tractaturi; sed intervenit (eheu!) praematura mors; neque editus est nisi unus fasciculus, 35 species exsiccatas Algarum continens, anno, ni fallor, 1804 aut 1805."

Senator BINDER*) in Hamburg knüpfte 1836 mit ihm eine Korrespondenz an mit Beziehung auf den Physikus und Botaniker BUEK, mit dem FRÖLICH schon längere Zeit tauschte.

Von allen Algologen stand letzterem VON SUHR am nächsten. FRÖLICH hat das Verdienst, diesen in die Algenkunde eingeführt zu haben. VON SUHR war dänischer Offizier und lebte erst in Schleswig und in den letzten Jahren in Rendsburg. Sein Hauptarbeitsgebiet waren ebenfalls die Meeresalgen. Eine Frucht ihrer gemeinsamen Arbeit war ein mit MERTENS zusammen herausgegebenes Exsiccatenwerk, das wohl der Hauptsache nach aus Meeresalgen bestanden hat. Im Hamburger Herbar muß sich noch ein Exemplar dieses Werkes finden. Es ist aber als solches nicht von den übrigen Sachen des VON SUHRschen Herbars zu unterscheiden, da die Etiketten handschriftlich sind. In SUHRs eigenen Publikationen werden einheimische Süßwasseralgen nicht erwähnt. Er hat aber auch ihnen viele Arbeit gewidmet. „Er hat mit unermüdlichem Fleiße in dieser Beziehung unsere Herzogtümer nach allen Richtungen hin durchwandert." **)

Im Botanischen Institute der Universität Kiel befindet sich ein handschriftliches Verzeichnis der Algen, welche VON SUHR in Schleswig-Holstein gesammelt hat. Es ist datiert vom 24. Februar 1832. Es ist augenscheinlich für NOLTE geschrieben, da es sich in dessen Nachlaß vorfand. Ferner lieferte VON SUHR Beiträge zur Flora Danica und zu HORNEMANNs Økonomisk Plantelære (s. unten).

VON SUHR starb 1847. Sein Herbar kam in den Besitz von JESSEN, dem er bereits zu seiner Monographie der Gattung *Prasiola* Beiträge geliefert hatte (s. unten). Jetzt findet es sich zum Teil in den Herbarien der Botanischen Institute der Universitäten Kiel, Berlin und Greifswald.

Für die deutsche Wissenschaft ist namentlich die eifrige Korrespondenz von FRÖLICH und VON SUHR mit KÜTZING von Wert. Sie waren seine Hauptgewährsmänner für die Angaben über das Vorkommen der Algen in Schleswig-Holstein. Ich muß hier wohl bemerken, daß weder VON SUHR noch FRÖLICH immer mit KÜTZINGs Bestimmungen einverstanden waren. LUCAS***) schreibt an FRÖLICH, als dieser ihm einige kritische Bemerkungen über KÜTZINGs Bestimmungen geschickt hatte:

„für den Druck haben Sie sie nicht bestimmt, um KÜTZING nicht wehe zu tun, aber tut man denn eigentlich einem Irrenden wehe mit der Aufdeckung seiner Fehler und mit Zurechtweisungen?"

*) Eifriger Algensammler. Sein Herbar bildet den Grundstock des Algenherbars des Botanischen Museums in Hamburg.

**) MAUCH, Einige Notizen über die Pflanzen und pflanzenkundigen Männer in den Herzogtümern Schleswig-Holstein und Lauenburg. FALCK, Neues staatsbürgerliches Magazin, 1841, S. 530.

***) VON FISCHER-BENZON a. a. O. S. 35.

Außer VON SUHR und FRÖLICH haben auch HÄCKER und RUDOLPHI Standortsangaben für Schleswig-Holstein geliefert. Diese Angaben sind in die RABENHORSTschen Werke übergegangen und zum Teil in DE TONI, Sylloge Algarum, wieder angeführt. Bereits erwähnt ist JESSEN (geb. 1821, gest. 1889 als Professor der Botanik zu Berlin), welcher 1848 in Kiel mit einer Arbeit „Prasiolae generis algarum monographia“ promovierte.*)

Aus dieser älteren Zeit sind noch einige Botaniker zu nennen, die wohl mehr als Sammler, weniger als Algologen von Fach Bedeutung haben. Zu diesen gehört NOLTE (geb. 1791 zu Hamburg, 1826 außerordentlicher Professor in Kiel, gest. 1875). Die Ergebnisse seiner botanischen Reisen durch Schleswig-Holstein hat er, was Kryptogamen betrifft, handschriftlich zusammengestellt in einem Verzeichnis der Kryptogamen Holsteins und Lauenburgs, 1820—24 (400 Nummern). Unter den von ihm bestimmten Exemplaren, die ich näher untersuchen konnte, finden sich aber zahlreiche, die überhaupt nicht sicher bestimmt werden können, z. B. sterile *Vaucheria-* und *Spirogyra*-Spezies. Doch sind auch einige Angaben von Interesse.**) Seine Sammlungen finden sich im Kieler Universitätsherbarium, ebenso die von LARS HANSEN (geb. 1788, seit 1822 Organist und Lehrer in Husby in Angeln, gest. 1876), der sich hauptsächlich mit der Untersuchung der einheimischen Phanerogamen beschäftigte, aber auch ein 110 Nummern umfassendes Algenherbar herausgegeben hat. Ich habe es leider nicht gesehen. Dagegen finden sich im Kieler Herbar manche von HANSEN gesammelte Algen in zahlreichen Exemplaren, die vielleicht für dies Exsiccatenwerk bestimmt waren. Schließlich möge als Sammler noch J. J. MEYER (1823—36 in Schönberg i. H., gest. 1870 in Altona) genannt werden, der allerdings nur wenige Süßwasseralgen in seinem Herbar aufbewahrt hat. Das Herbar findet sich im Altonaer Museum.

Wie schon gesagt, sind in Schleswig-Holstein selbst keine größeren zusammenhängenden Darstellungen über unsere Süßwasseralgen publiziert worden. Doch sind in dieser Hinsicht zwei dänische Werke***) zu nennen, welche das Gebiet berücksichtigen. Außer HORNEMANNs Økonomisk Plantelære ist besonders das große Tafelwerk, die FLORA DANICA, wichtig. Die Algen aus Schleswig-Holstein sind nach Exemplaren, welche von NOLTE, VON SUHR und HANSEN gesammelt sind, abgebildet. Es sind aber nur wenige Arten, und die Abbildungen reichen kaum zur Identifizierung aus.

*) Manibus viri clarissimi J. N. DE SUHR centurionis exercitus danici amici paterni magistri amati primitias studiorum d. d. d. Carolus Jessen.

**) Flora Danica Taf. 1778 ist *Conferva Aegagropila* L. nach einem von ihm in Holstein gefundenen Exemplar abgebildet.

***) LYNGBYE, H. C., Tentamen hydrophytologiae danicae, Kopenhagen 1819, enthält keine Angaben über das Gebiet.

In der Zeit, wo die Süßwasseralgenforschung einen neuen Aufschwung nahm, und die Systematik den modernen Anschauungen gemäß umgestaltet wurde durch die Arbeiten von NÄGELI, A. BRAUN, PRINGSHEIM, DE BARY, COHN, RALFS, THURET u. a., ruhte die Forschung in Schleswig-Holstein. Zwar wurden einzelne Arbeiten über einheimische Algen veröffentlicht und auch die Sammlungen fortgesetzt. Zu nennen sind aus dieser Zeit Frau Etatsrat LÜDERS (geb. 1811, gest. 1880), die sich hauptsächlich mit Diatomeen beschäftigte, aber auch andere Süßwasseralgen gesammelt hat, die im Kieler Herbarium konserviert werden. An Sammlern möchte ich noch den Gymnasiallehrer N. HINRICHSEN (geb. 1817, gest. 1897) und Professor P. HENNINGS*) (jetzt in Berlin) nennen. Die Sammlungen des ersteren finden sich im Herbarium des Öffentlichen Museums zu Altona.

Erst im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts ist ein neues Aufleben der Süßwasseralgenforschung in unserm Gebiete zu verzeichnen. Aber auch dieses Mal ging der Anstoß dazu von der Beschäftigung mit dem Meere aus. Professor HENSEN in Kiel erhob die Planktonforschung zu einem Zweige der modernen Biologie. Bei dem Reichtum des östlichen Holsteins an großen Binnengewässern lag es nahe, auch diese in den Kreis der Planktonforschung zu ziehen. Als größtes zusammenhängendes Werk erschien in Kiel 1896 die Arbeit von APSTEIN: „Das Süßwasserplankton". Für die spezielle Algologie enthält die Arbeit allerdings nichts Wesentliches. Wichtiger sind in dieser Hinsicht eine Reihe von Arbeiten, die in den Forschungsberichten der Biologischen Station zu Plön veröffentlicht sind. Diese Station wurde im Jahre 1891 von O. ZACHARIAS gegründet. Es sind zwölf Bände der Forschungsberichte erschienen, die jetzt ihre Fortsetzung in dem Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde gefunden haben. Für die vorliegende Arbeit sind natürlich besonders die pflanzengeographisch-systematischen Arbeiten von Interesse. KLEBAHN, der zuerst Algensammlungen in der Umgebung der Biologischen Station machte und seine Erfahrungen in einem Aufsatz über den allgemeinen Charakter der Pflanzenwelt der Plöner Seen zusammenfaßte, wandte sich später speziellen systematischen und biologisch-physiologischen Studien zu, wie der Untersuchung der Erscheinung der Wasserblüte, die ihn zur Gasvakuolentheorie führte. Die eigentliche zusammenfassende floristische Bearbeitung des Materials übernahm LEMMERMANN, der seinerseits die Sammlungen persönlich fortsetzte. Die Ergebnisse sind in zwei Aufsätzen in den Forschungsberichten zusammengestellt. Diesen umfassenderen Arbeiten folgten Studien über einzelne Seen, die die Zahl der vorkommen-

*) s. Vorwort.

den Arten und Formen und der Fundorte noch vermehrten. Auch die Moorflora fand Berücksichtigung sowohl von LEMMERMANN als auch von O. ZACHARIAS. Von den Arbeiten über die Bacillariaceen wird an anderer Stelle gesprochen werden; ebenso sind die eigentlichen planktologischen Untersuchungen hier wohl zu übergehen, wenn sie auch manches für die Biologie der Süßwasseralgen ergaben.

In Hamburg entstand eine zweite Reihe von Arbeiten, die zur Vervollständigung unserer Kenntnis der einheimischen Süßwasseralgen beitrugen. Sie stehen in einem gewissen innern Zusammenhang. Den Anstoß zu ihnen gaben praktische und hygienische Fragen. Als anläßlich der Cholera die Wasserkasten einer Reinigung unterzogen wurden, schrieb R. TIMM eine „Flora der Hamburger Wasserkasten". Als das Hamburger Wasserwerk mit seinen Filtrationseinrichtungen fertig war, verfaßte STROHMEYER 1897 „die Algenflora des Hamburger Wasserwerks". Die umfassendste Arbeit ist die von R. VOLK herausgegebene „Hamburgische Elb-Untersuchung". Das Phytoplankton wird von SELK und REINBOLD bearbeitet. Die bisher veröffentlichten Listen der Arten und Formen weisen eine ungemeine Reichhaltigkeit auf, die wohl in erster Linie der gründlichen Fangmethode und der unermüdlichen mikroskopischen Untersuchung zu danken ist.

Literaturverzeichnis I.*)

Geschichte der Süßwasseralgenforschung in Schleswig-Holstein.

1. * VON FISCHER-BENZON, Geschichte der floristischen Erforschung Schleswig-Holsteins in PRAHL, Kritische Flora II, S. 1—63 und Nachtrag.
2. * HEERING, W., Leben und Werke des Algologen J. N. VON SUHR. Schriften des Naturw. Vereins für Schlesw.-Holst., Bd. XII, Heft 2, S. 241—250.
3. * —, Über FRÖLICH und einige Botaniker seiner Zeit. Ebenda, S. 348—361.
4. * —, Das Herbarium (im öffentlichen Museum zu Altona). Festschrift zur Eröffnung des Museums. 1901.
5. * —, Über das Herbarium des verstorbenen Gymnasiallehrers N. HINRICHSEN in Schleswig. Mitt. aus dem Altonaer Museum, Jahrg. 1903, S. 95.
6. * MAUCH, Einige Notizen über Pflanzen und pflanzenkundige Männer in den Herzogtümern Schleswig-Holstein und Lauenburg. FALCK, Neues staatsbürgerl. Magazin, 1841. S. 509—540.
7. * NOLTE, Novitiae Florae Holsaticae, Kiel 1826. Einleitung.
8. * VOIGT, A., Die botanischen Institute der freien und Hansestadt Hamburg. Hamburg und Leipzig 1897.

*) Die mit einem * versehenen Schriften habe ich selbst eingesehen.

9. * VOIGT, A., Die botanischen Institute der freien und Hansestadt Hamburg. (Aus: Hamburg in naturw. und medizin. Beziehung. Den Teilnehmern der 73. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte als Festgabe gewidmet. 1904.)

10. * ZACHARIAS, O., Über die systematische Durchforschung der Binnengewässer und ihre Beziehung zu den Aufgaben der allgemeinen Wissenschaft vom Leben. Forschungsberichte aus der Biol. Station in Plön, Teil XII, 1905, S. 1—34.

Werke, welche Fundorte von Algen aus dem Beobachtungsgebiet enthalten.

Nicht berücksichtigt sind Spezialarbeiten über Phaeophyceen, Cyanophyceen und Bacillariaceen, ferner spezielle planktologische und physiologische Arbeiten, insofern sie keine neuen Fundorte enthalten.

11. * APSTEIN, C., Das Süßwasserplankton. 113 Abb. Kiel 1896.

12. * FLORA DANICA. Kopenhagen 1761—1883.

13. * HEERING, W., Über einige Süßwasseralgen Schleswig-Holsteins. Mitteilungen aus dem Altonaer Museum, Jahrgang 1904, 1. Heft, S. 1—32, 25 Textfig.

14. * — und HOMFELD, Die Algenflora des Eppendorfer Moors. Verhandlungen des Naturw. Vereins in Hamburg, 1904, 3. Folge XII, S. 77—97.

15. * HORNEMANN, Økonomisk Plantelære. 3. Aufl. Kopenhagen, 1. Teil, 1821, 2. Teil 1837.

16. * JAAP, O., Zur Kryptogamenflora der nordfriesischen Insel Röm. Schriften des Naturw. Vereins für Schleswig-Holstein, XII. Bd., 2. Heft, Algen, S. 329.

17. * JESSEN, C. F. G., Prasiolae generis algarum monographia. Diss. inaug., Kiel 1848, 20 S., 2 Taf.

18. * KLEBAHN, H., Allgemeiner Charakter der Pflanzenwelt der Plöner Seen. Forschungsberichte, Biol. Stat. Plön, Teil III, S. 1—17, 1893.

19. * —, Über wasserblütebildende Algen, insbesondere des Plöner Seengebietes und über das Vorkommen von Gasvakuolen bei den Phycochromaceen. Ebenda, S. 189—206.

20. * LEMMERMANN, E., Verzeichnis der in der Umgegend von Plön gesammelten Algen. Forschungsber. Biol. Stat. Plön, III, 1893, S. 18—67.

21. * —, 2. Beitrag zur Algenflora des Plöner Seengebiets. Ebenda, Teil IV, S. 134—188.

22. * —, Der große Waterneverstorfer Binnensee. Eine biologische Studie. Ebenda, Teil VI, S. 116—205.

23. * —, Algenflora eines Moortümpels bei Plön. Ebenda, Teil VIII, 1901, S. 64—73.

24. * —, Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen, XV. Das Phytoplankton einiger Plöner Seen. Ebenda, Teil X, S. 116—171.

25. * —, Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen, XIX. Das Phytoplankton der Ausgrabenseen bei Plön. Ebenda, Teil XI, 1904, S. 289—311, 17 Textfig.

REINBOLD s. VOLK.

SELK s. VOLK.

26. * STROHMEYER, O., Die Algenflora des Hamburger Wasserwerkes. I. Teil: Einfluß der Algen auf den Filtrationsvorgang. II. Teil: Über den Einfluß einiger Grünalgen auf Wasserbakterien. Leipzig 1897. 48 S.

27. * STRODTMANN, S., Bemerkungen über die Lebensverhältnisse des Süßwasserplanktons. Forschungsber. Biol. Stat. Plön, Teil III, S. 145—179.

28. * Strodtmann, S., Planktonuntersuchungen in holsteinischen und mecklenburgischen Seen. Ebenda, Teil IV, S. 273—287.
29. * Timm, R., Über die Flora der Hamburger Wasserkasten vor Betriebseröffnung der Filtrationsanlagen. Verhandlungen des Naturw. Vereins in Hamburg. 1893. S. 1—14.
30. * Volk, R., Hamburgische Elb-Untersuchung.
I. Allgemeines über die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg etc. Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten. XIV. Mitteilungen aus dem Naturhistorischen Museum. 2. Beiheft. Hamburg 1903, S. 1—154, 6 Tafeln, 1 Karte.
Das Phytoplankton, S. 103—119, bearbeitet von Selk und Reinbold.
VIII. Studien über die Einwirkung der Trockenperiode im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. Ebenda, XXIII. Mitteilungen aus dem Naturhistorischen Museum. 2. Beiheft zum Jahrbuch. Hamburg 1906, S. 1—101, 2 Tafeln und 1 Karte.
Das Phytoplankton, S. 64—78 (Selk und Reinbold).
31. * Weber, G. H., Primitiae Florae Holsatiae. Kiel 1780.
Bei dieser Arbeit wird gewöhnlich Wiggers als Autor genannt (s. S. 65).
32. * Zacharias, O., Zur Flora und Fauna der Schilfstengel im Gr. Plöner See. Forschungsberichte der Plöner Biol. Station, Teil IX, S. 17—25.
33. * —, Biologische Charakteristik des Klinkerteiches zu Plön. Ebenda, Teil X, S. 201—215.
34. * —, Zur Kenntnis der niederen Fauna und Flora holsteinischer Moorsümpfe. Ebenda, S. 223—289.

II. Die Ergebnisse der früheren Arbeiten für die Kenntnis der Chlorophyceen (inkl. Heterokonten und Conjugaten) des Gebiets und die Gesichtspunkte, die für dessen floristische Untersuchung zur Herstellung dieser Flora befolgt wurden.

Ein genaues Bild unserer Algenflora wird sich erst entwerfen lassen, wenn alle Gegenden einer gleich gründlichen Untersuchung unterzogen worden sind. Von diesem Ziel sind wir aber noch weit entfernt. Bedenken wir jedoch, daß es eines Jahrhunderts voller Arbeit bedurfte, bis wir eine Phanerogamenflora des Gebiets erhielten, und auch diese seit ihrem Erscheinen in manchen Punkten ergänzt wurde, so ist es nicht verwunderlich, daß eine Algenflora noch weniger den Anspruch auf Vollständigkeit machen kann. Es ist immer zu beachten, daß es sich im wesentlichen um mikroskopisch kleine Formen handelt, die selbstverständlich leicht übersehen werden können. Diese Frage ist insbesondere auch wichtig bei der Nachuntersuchung früherer Angaben. Negative Befunde sind wenig beweiskräftig, das gilt schon von Phanerogamen, wieviel mehr von den mikroskopischen Algen. Ich möchte hier eine

diesen Punkt betreffende Bemerkung von R. TIMM wiedergeben, welche er gelegentlich seiner Untersuchung der Wasserkasten publiziert hat:

„Rechne ich nun die Schlickmenge eines Wasserkastens von $^1/_2$—$^3/_4$ qm Bodenfläche zu 10—15 Litern, so ist klar, daß ein Wesen, dessen Vorhandensein in jeder 1 ccm Probe bei mathematisch gleichmäßiger Verteilung die Wahrscheinlichkeit 1 haben sollte, in 10—15 000 Exemplaren da sein müßte. Dann aber wäre es noch äußerst fraglich, ob man das betreffende Wesen fände, falls man nicht im Besitze eines Zählmikroskops ist. — — Rechnet man nun die von einer großen *Cymatopleura solea* (einer Diatomee) bedeckte Fläche zu 0,01 qmm, so erfüllt diese Diatomee unter einem quadratischen Deckglase von der Seite 12 mm nur $^1/_{14400}$ der zu untersuchenden Fläche. Rechnet man nun von solchen Tropfen, wie einer unter das Deckglas kommt, etwa 20 auf 1 ccm, was gewiß wenig ist, und zieht man in Betracht, daß stets mit stärkerer Vergrößerung (WINKEL VI und VIII) gesucht werden mußte, so kann man sich ungefähr eine Vorstellung davon machen, wie gering die Wahrscheinlichkeit ist, selbst eine so große Diatomee zu finden. Eine vollbedruckte Seite des Hamburger Fremdenblatts enthält 25—35 000 Buchstaben. In 1 ccm ohne Zählmikroskop eine *Cymatopleura* zu finden, würde also der Aufgabe entsprechen, auf zehn Seiten Fremdenblatt bei planlosem Hin- und Hersuchen einen Druckfehler zu finden, vorausgesetzt, daß nur einer auf diesen zehn Seiten wäre. Man kann also nur dann mit ziemlicher Sicherheit auf das Auffinden selbst dieser gewaltigen unter den Mikroorganismen rechnen, wenn sie zu Millionen in einem Wasserkasten sich aufhalten."

Die meisten Algenarten besitzen zweifelsohne ein Vegetationsmaximum. Zu dieser Zeit ist also ihr Auffinden am wahrscheinlichsten. Andere kommen allerdings in längeren Zeitperioden so zahlreich vor, daß man sie nicht übersehen kann.*) Schließlich sind die Vegetationsbedingungen für viele Algenarten sehr verschieden, deshalb müssen sich die Untersuchungen auf die verschiedenartigsten Gewässer erstrecken.

Fragen wir uns, ob die vorliegende Literatur genügt, um zu einer Süßwasseralgenflora des Gebiets zusammengestellt zu werden, so muß diese Frage verneint werden. Die älteren Angaben beziehen sich meist auf einzelne Aufsammlungen. Die Bestimmungen sind wegen der damals noch nicht entwickelten Systematik sehr unsicher. Deshalb habe ich sie nur berücksichtigt, wo sie mir die nötige Gewähr boten, daß sie richtig sind, entweder dadurch, daß die Alge später wieder an dem betreffenden Orte aufgefunden wurde, oder daß ich ein Belegexemplar untersuchen konnte. Im letzteren Fall habe ich hinter den Namen des Sammlers ein Ausrufungszeichen gesetzt. Hauptsächlich handelt es sich bei den älteren Sammlungen um größere Algen oder in Menge auftretende Fadenalgen. Natürlich sind ihnen auch kleinere Formen beigemischt. Aber wie dürftig und einseitig eine aus den älteren Angaben zusammengestellte Flora sein würde, ergibt sich z. B. daraus,

*) Natürlich, wenn man genügende optische Instrumente besitzt, was, wie gesagt, früher nicht der Fall war.

daß sich unter den Desmidiaceen des Kieler Herbars keine einzige Aufsammlung aus Schleswig-Holstein findet.*)

Was die neuere Literatur betrifft, so habe ich sie natürlich in viel höherem Grade benutzen können, doch ist es unmöglich, aus ihr ein richtiges Bild unserer Algenflora zu gewinnen. Die reichhaltigen Algenlisten der Elbuntersuchung enthalten hauptsächlich die als Planktonalgen bekannten Formen, daneben auch einzelne Mitglieder der Uferflora. Es fehlen also notwendigerweise ganze Algengruppen, die nur in andersartigen Gewässern gefunden werden. Von den das Plöner Gebiet behandelnden Arbeiten könnte man eher erwarten, daß sie uns ein vollständigeres Bild unserer Algenflora geben. Dies ist allerdings der Fall. Doch tritt auch bei diesen Untersuchungen das Plankton sehr in den Vordergrund. Das Plankton selbst enthält aber nur wenige Chlorophyceen-Arten, von denen noch dazu ein Teil zu den gemeinsten gehört, die auch sonst weit verbreitet sind. Außerdem kommt hinzu, daß das Plöner Gebiet überhaupt verhältnismäßig arm an Chlorophyceen ist. Insbesondere fällt die Armut an Desmidiaceen auf, wenn man z. B. die Publikationen von LEMMERMANN und O. ZACHARIAS mit der von HOMFELD und mir gegebenen Übersicht über die Algen des Eppendorfer Moors bei Hamburg vergleicht.

Für das Plöner Gebiet lieferten jedenfalls die genannten Arbeiten eine gute Unterlage. Ich habe deshalb, da sie bereits vorlagen, als ich meine Arbeit begann, dies Gebiet in der ersten Zeit nicht besucht, dagegen habe ich in den letzten zwei Jahren mehrfach dort Algen sammeln können.

Was das Plankton betrifft, so sind zwar einige Arten bisher nur aus ihm bekannt geworden, doch glaube ich kaum, daß es unter den Süßwasser-Chlorophyceen spezifische Planktonten gibt. Die meisten Arten sind späterhin auch in kleinen und kleinsten Gewässern aufgefunden worden. Ich habe auch bemerkt, daß man die nicht spontan beweglichen Chlorophyceen, die aus dem Plankton eines stehenden Gewässers beschrieben sind, ebenso gut an treibenden Wasserpflanzen, Moosen und Watten größerer Algen und auch an festsitzenden Pflanzen, insbesondere auf der dem Winde abgewendeten Seite eines Gewässers, findet. Andererseits stellen die aus dem Plankton aufgezählten Arten oft nur einen Bruchteil der wirklich vorkommenden Chlorophyceen dar. Bei einem fließenden Gewässer, wie der Elbe, liegen die Verhältnisse ja wesentlich anders, indem hier durch die Zuflüsse die Algenarten, die sich durch größere Schwebfähigkeit auszeichnen, vereinigt werden. Sind die Gebiete sehr artenreich, aus denen die Zuflüsse stammen, so wird

*) In der Flora Danica sind nur 2 Desmidiaceen: *Desmidium Swartzii* (aus Schleswig) und *Micrasterias crux melitensis* abgebildet.

natürlich die Zahl der Arten auch in dem Potamoplankton eine größere sein. Die in der Elbuntersuchung aufgeführten Chlorophyceen stammen natürlich nur zum Teil aus unserem Gebiete. Bei der floristischen Ähnlichkeit der Nachbargebiete ist es aber erklärlich, daß die meisten Arten auch im Beobachtungsgebiete in anderen Gewässern nachgewiesen wurden.

So habe ich mir für die floristische Seite dieser Arbeit, was die Chlorophyceen (inkl. Heterokonten und Conjugaten) betrifft, folgende Aufgaben gestellt:

1. Nachzuweisen, welche Arten (oder Formen) dem ganzen Beobachtungsgebiete gemeinsam sind und überall häufig gefunden werden, und zwar

a) welche von ihnen von der Beschaffenheit des Gewässers*) verhältnismäßig unabhängig sind,

b) welche von ihnen vorwiegend in bestimmten Arten von Gewässern vorkommen.

Die Zahl dieser Arten und Formen ist sehr groß. In vielen Algenlisten setzt sich die Zahl der Chlorophyceen nur aus ihnen zusammen. Ich habe bei diesen Algen darauf verzichtet, spezielle Fundorte anzugeben, da ich es für gerade so überflüssig halte, als wollte man in unserm Gebiete alle Fundorte von *Taraxacum officinale* angeben. Bei jedem neuen Gewässer kann man in den meisten Fällen der Liste einen neuen Namen anfügen. Wenn in andern Gegenden des mitteleuropäischen Gebiets nur einige Fundorte für diese Arten angeführt werden, so liegt es vielfach an der mangelhaften Durchforschung des Gebiets. Anders verhält es sich mit den unter b) genannten Arten. So findet sich *Ulothrix zonata* KÜTZ. nur in klarem fließenden Wasser oder an dem Rande der größeren, bewegten Gewässer, nie in stagnierendem oder Moorwasser oder an den durch moorige Gegenden laufenden Bächen. Sie ist daher im Osten viel häufiger als in der Mitte und im Westen des Gebiets. Je strenger diese Abhängigkeit ist, desto besser eignen sich diese Arten als Leitpflanzen der verschiedenen Algenformationen. Spezielle Fundorte sind auch bei diesen Arten nur beispielsweise gegeben.

2. Nachzuweisen, welche Arten nach den bisherigen Sammlungen nur eine lokale Verbreitung besitzen, also als selten zu bezeichnen sind.

Es ist in bezug auf diese Arten das Obengesagte über die leichte Übersehbarkeit mikroskopisch kleiner Organismen zu vergleichen. Die Zahl der hier angeführten Fundorte wird sich also wohl noch sehr vermehren lassen. Die Seltenheit schließt natürlich nicht aus, daß die Art zuzeiten an irgend einem Fundorte in solchen Massen auftritt, daß ein Beobachter, der nicht das ganze Gebiet kennt, die betreffende Art leicht für gemein halten könnte. Auch größere Formen zeigen mitunter ein derartiges massenhaftes Auftreten, wie z. B. *Hydrodictyon reticulatum*, während sie im nächsten Jahre ganz verschwunden zu sein scheinen. Bei diesen sind außer den Fundorten auch die Zeiten angegeben. Im Gegensatz dazu stehen die Arten, welche man zwar nur an bestimmten Lokalitäten, aber ziemlich regelmäßig, wenn auch nur in spärlichen Exemplaren, beobachtet. Diese Arten können also als charakteristisch für bestimmte Gewässer an-

*) Auch die nicht im Wasser vorkommenden Algen haben in dieser Flora Berücksichtigung gefunden.

gesehen werden. HOMFELD und ich haben beispielsweise sämtliche *Lobelia Dortmanna*- und *Isoëtes*-Standorte des Gebiets untersucht und gefunden, daß diese Gewässer auch eine Anzahl sonst sehr seltener Algenformen enthalten. Die Ursachen dieser verschiedenartigen Verbreitung der Algen zu erklären, dazu bedarf es noch sehr eingehender Untersuchungen über die Biologie der einzelnen Arten. Die gemeinen Arten sind allerdings meist solche, welche sich den verschiedenartigsten Bedingungen am leichtesten anzupassen vermögen, deren Biologie durch Kultur daher auch am leichtesten zu erforschen ist. Bei den nur in bestimmten Gewässern vorkommenden Arten läßt sich schon aus den Verhältnissen des Fundorts ein Schluß auf die Lebensbedingungen der betreffenden Algen ziehen. Dagegen ist bei den seltenen Arten überhaupt noch keine genügende Unterlage für die Erklärung ihres Vorkommens vorhanden. Vielfach ist ihr sporadisches Auftreten wohl auf Verschleppung durch Tiere und durch den Wind zurückzuführen. Anders läßt es sich wohl kaum erklären, daß z. B. im Eppendorfer Moor einige Arten, wie *Desmidium cylindricum* GREV., *Staurastrum tumidum* BRÉB. nur in einem einzigen Tümpel beobachtet wurden, während sie sonst fehlen.

3. Nachzuweisen, an welchen Orten schwer bestimmbare oder überhaupt im sterilen Zustande unbestimmbare Arten fruktifizierend gefunden wurden, um Material für die Beurteilung ihrer wirklichen Verbreitung zu gewinnen.

Es gibt eine große Zahl von Arten, die auch nach dem heutigen Standpunkt der Systematik nur fruktifizierend sicher bestimmt werden können, z. B. die Arten der Oedogoniaceen und Conjugaten (exkl. Desmidiaceen); jedoch auch bei den Desmidiaceen gibt es einige Arten, bei denen eine sichere Bestimmung nur mit Hilfe der Zygosporen möglich ist. Bei anderen Gattungen, bei welchen sich die Systematik bisher mit morphologischen Verhältnissen begnügt hat, wird sich das Studium der Fortpflanzungsverhältnisse ebenfalls als nötig erweisen.*) Hier möchte ich nur über die Oedogoniaceen und Conjugaten einige Worte sagen. Mit der großen Zahl von beschriebenen Arten und der Häufigkeit, mit der man Individuen dieser Algengruppen im sterilen Zustand begegnet, stimmt die Zahl der Fundorte in floristischen Aufzählungen sehr wenig überein. Dies rührt daher, daß man die Arten selten in fruktifizierendem Zustande in der Natur findet. Gerade in diesem Falle erweist sich eine über längere Zeitperioden ausgedehnte Untersuchung als sehr nützlich, da man dann doch mit Wahrscheinlichkeit auch einmal den Zeitpunkt der Fruktifikation treffen wird. Ich habe bei diesen Funden den betreffenden Monat mit angeführt. Bei einer Anzahl Arten sind die Beobachtungen schon so zahlreich, daß ein bestimmter Schluß auf die Häufigkeit gezogen werden kann. Die älteren Angaben und auch manche neueren sind wohl kaum zuverlässig, da man vielfach steriles Material bestimmt hat. Auch Desmidiaceen-Zygosporen sind durchaus nicht so selten, wie aus manchen Floren hervorzugehen scheint. Fleißiges Suchen und ununterbrochene Beobachtung ist natürlich auch hier nötig.

III. Untersuchung und Konservierung des Materials.

Der Anfänger tut gut, sich auf die Untersuchung lebenden Materials zu beschränken.**) Die eingesammelten Algen werden in geeignete

*) z. B. bei *Stigeoclonium* (*Myxonema*). Vergl. PASCHER, Archiv für Hydrobiol. u. Planktonkunde Bd. I, 1906, S. 438.

**) Auch für die hier veröffentlichten Untersuchungen ist hauptsächlich frisches Material verwendet worden. Nur auf längeren Reisen mußte ich es sofort konservieren.

Gefäße gebracht, am besten in nicht zu hohe Schalen. Diese Kulturen kann man als Rohkulturen bezeichnen. Andererseits empfiehlt es sich, wenigstens eine Probe des Materials, ehe es durch Kultur verändert ist, zu konservieren. Als gute*) und überall käufliche Konservierungsflüssigkeit ist das Formalin zu empfehlen. In schwächeren, ca. 3prozentigen Lösungen bewahren die Algen sogar eine längere Zeit ihre Farbe. Exsiccate haben zwar den Vorteil, daß man sie leichter verschicken und aufbewahren kann, jedoch den Nachteil, daß die Konservierung eine weit schlechtere ist. Namentlich bei älteren Exsiccaten ist die Untersuchung des Zellinhalts schwierig, ja meist unmöglich. Der Anfänger wird aus diesem Grunde zweckmäßigerweise sich um Exsiccate gar nicht kümmern. Späterhin wird sich ihre Untersuchung als nötig erweisen, wenn es sich um Identifizierung schwieriger Arten handelt, von denen richtig bestimmte oder Originalexemplare in Exsiccatensammlungen ausgegeben sind, oder die sich sonst in den Herbarien finden. Wo es sich nicht um solche Arten handelt, lohnt es sich in den meisten Fällen nicht, ältere Exsiccate zu untersuchen.**) Gar kein Material aufzubewahren ist schon deshalb unpraktisch, weil man sich im Anfange in den Bestimmungen sehr leicht irren kann. Wer Jahre lang auf diesem Gebiete arbeitet, wird oft genug Gelegenheit finden, die eignen Beobachtungen zu korrigieren. Insbesondere wird man leicht feststellen, daß man sehr häufig Formen unter einem Namen zusammenfaßt, die von andern Autoren bereits getrennt sind, die man aber nicht aus dem Grunde zusammengeworfen hat, weil man mit der Spaltung nicht einverstanden ist, sondern weil man diese Arbeiten überhaupt nicht kennt.

Über die Wasserkulturen mögen noch ein paar Worte gesagt werden. Das beste Verfahren ist jedenfalls, die Algen im Freien unter den Bedingungen ihrer natürlichen Umgebung zu kultivieren. Solche von

*) Es soll damit natürlich nicht gesagt sein, daß Formalin für alle Zwecke ausreicht, insbesondere für feinere cytologische Untersuchungen. Ich muß in dieser Hinsicht auf die vorliegende Literatur verweisen. PFEIFFER R. VON WELLHEIM empfiehlt folgendes Verfahren: Gleiche Volumteile von 40prozentigem Formol, Holzessig (acetum pyrolignosum purissimum) und Methylalkohol werden der Algenprobe zugesetzt, so daß die Konservierungsflüssigkeit gleich dem doppelten Volumen des übriggebliebenen Wassers ist (Österr. Bot. Zeitschr. XLVIII, 1898, S. 53, 99).

**) Vergl. BRAND, *Cladophora*-Studien, Bot. Centralbl. LXXIX, 1899, S. 5 (Sep.) Exsiccate. — Für die Untersuchung von Exsiccaten verwendet man zweckmäßig Milchsäure. Die Algen werden in Wasser aufgeweicht, dann in ein paar Tropfen Milchsäure auf dem Objektträger erhitzt, bis sich kleine Gasblasen zeigen. Ich habe dieses Verfahren, das von LAGERHEIM (Hedwigia 1888 S. 58) vorgeschlagen ist, vielfach angewendet. Manchmal ist es aber zweckmäßiger, sich auf einfaches Aufweichen und die Anwendung von Aufhellungsmitteln zu beschränken.

Herrn Dr. BRAND im Starnberger See angelegten Freikulturen*), welche ich selbst gesehen habe, führe ich beispielsweise an. Wer nicht diese Gelegenheit zur Freikultur hat, muß sich auf Hauskulturen beschränken. Dabei ist zu bemerken, daß manche Arten nur in fließendem oder in stetig sich erneuerndem frischen Wasser gedeihen. Wo eine Vorrichtung für solche Kulturen nicht zur Verfügung steht, ist es besser, das gesammelte Material, das aus solchem Wasser stammt, bald zu konservieren. Übrigens sind nicht alle Algen so empfindlich. Jedenfalls ist es zu raten, eine Kultur nur so lange zur Untersuchung zu benutzen, als die Individuen kräftig vegetieren. Manche Algen halten sich außerordentlich lange. Viele bilden aber unter ungünstigen Verhältnissen abnorme Zustände, die sich zur sicheren Bestimmung nicht eignen. Ich habe verschiedentlich solche Kulturen 2—3 Jahre lang unterhalten und muß bemerken, daß die Zahl der beobachteten Arten sich im Laufe des zweiten Jahres durch die Entwicklung der Ruhestadien sehr vermehrte. Doch waren andererseits viele Arten sehr degeneriert. Aus diesem Grunde ist ein derartiges Verfahren, um die Zahl der vorkommenden Arten festzustellen, unzuverlässig.

Geeignete Beleuchtung ist für das Gedeihen der Algen vielfach notwendig. Im allgemeinen wird man die Kulturen so stellen, daß sie sich in diffusem Tageslicht befinden. Wo durch Wechsel der Beleuchtung, insbesondere durch Verdunkelung, Fortpflanzungsvorgänge ausgelöst werden, wird auch der Florist, dem es nur um die Bestimmung der Alge zu tun ist, sich diesen Umstand zunutze machen. Ebenso wird man leicht die Methoden in Anwendung bringen können, nach welchen durch Zusatz gewisser Stoffe die Fortpflanzungsorgane hervorgerufen werden. So habe ich einen großen Teil der *Vaucheria*- und *Spirogyra*-Arten erst durch die Kultur in bestimmbaren Zustand übergeführt.**)

Im Gegensatz zur Rohkultur bezeichnen wir eine Kultur als Reinkultur, wenn sie nur eine einzige Art enthält. „Absolut rein“ können wir sie erst nennen, wenn sie auch bakterienfrei ist. Diese Reinkultur liefert uns die Möglichkeit, auch solche Algen zu unterscheiden, „deren äußere merkbare Eigenschaften geringfügig sind, bei denen zugleich eine solche Mannigfaltigkeit der Artbildung herrscht, daß alle möglichen sog. Übergangsformen existieren“.***) Es fragt sich nun, ob bei einer floristischen Untersuchung Reinkulturen in größerem Umfange verwendet werden können. Das scheint mir aus praktischen Gründen vorläufig ausgeschlossen. Daher wird auch die Speziessystematik in diesen

*) BRAND, F., Culturversuche mit zwei *Rhizoclonium*-Arten. Bot. Centralbl. LXXIV, 1898.

**) Hinweise finden sich bei den Gattungen.

***) KLEBS, Bedingungen der Fortpflanzung, S. 176.

Gebieten noch unsicher bleiben, bis durch Spezialuntersuchungen eine gute Grundlage geschaffen ist.

Von der Konservierung des Materials ist schon die Rede gewesen. Die Aufbewahrung soll den Zweck haben, eine Nachuntersuchung zu ermöglichen. Bei Formolmaterial ist es oft schwierig, die Art wieder ausfindig zu machen (s. S. 73). Das beste Mittel ist es, von jeder seltenen Art ein Dauerpräparat anzufertigen. Anfänglich habe ich dies durchgeführt, indem ich von jedem interessanten Funde Glyzeringelatinepräparate verfertigte. Dem Wassertropfen mit den Algen setzt man einen Tropfen in Wasser aufgelöster Glyzeringelatine zu, läßt das Präparat antrocknen, wodurch die Algen mit einer dünnen Schicht Glyzeringelatine überzogen werden. Dann erwärmt man ein Stückchen Glyzeringelatine langsam über einer Spiritusflamme auf dem Deckgläschen. Ist die Gelatine dünnflüssig, so deckt man das Gläschen umgekehrt auf das Präparat. Übrigens eignen sich bei weitem nicht alle Algen für diese Art Präparation. Der größte Übelstand ist der, daß sich namentlich die zarteren Formen im Laufe der Jahre so aufhellen, daß man sie ohne weiteres nicht wieder auffinden kann. Will man von diesen Formen wirklich gute Dauerpräparate anfertigen, muß man andere Methoden in Anwendung bringen. Für kürzere Zeit ist aber die Anfertigung solcher Glyzeringelatinepräparate überhaupt zu empfehlen. Das Verfahren nimmt sehr wenig Zeit in Anspruch und gibt uns die Möglichkeit, die im Laufe einer floristischen Untersuchung gefundenen Formen wiederholt einer mikroskopischen Revision unterziehen zu können, ohne neue Präparate anfertigen zu müssen. Auch Formalinmaterial kann man bei solchen Präparaten benutzen.

IV. Über die Systematik der Süßwasseralgen und ihre Anwendung in dieser Flora.

Es ist schon darauf hingewiesen, daß nur ein kleiner Teil der Süßwasseralgen wirklich genau bekannt ist. Während einerseits ganz nach dem Verfahren der älteren Systematik immer neue Arten auf Grund oft sehr zweifelhafter Merkmale neu aufgestellt werden, haben sich andererseits Bestrebungen bemerkbar gemacht, ganze Gattungen einzuziehen und als Entwicklungsformen höherer Algen anzusehen. Beide Richtungen haben ihr Bedenkliches. Jedenfalls muß man in letzterer Hinsicht ebenso gute Beweise erbringen, wie für die Konstanz der Merkmale bei neu aufgestellten Arten. „Theoretisch läßt sich keine Entscheidung treffen, ob eine Form selbständig ist oder genetisch mit anderen zusammenhängt. Es ist tatsächlich vorgekommen, daß Formen, die früher für selbständig galten, als Entwicklungszustände anderer Arten

sicher nachgewiesen worden sind. Es ist denkbar, daß unter der Masse der beschriebenen Algenarten viele das gleiche Schicksal treffen wird. Der einzig mögliche Weg, zur Klarheit und Gewißheit zu kommen, ist die Anwendung einer jeder Kritik standhaltenden, wissenschaftlichen Methode." (KLEBS, Die Bedingungen der Fortpflanzung, S. 175.) Nicht immer ist eine Reinkultur notwendig, sondern es gibt zahlreiche Algen, bei denen man auch in Rohkulturen den ganzen Entwicklungsgang durch direkte Beobachtung verfolgen kann. Es fragt sich nun, ob es, um eine Alge zu bestimmen, absolut erforderlich ist, ihre ganze Entwicklung zu kennen. Diese Frage ist mit ja und nein zu beantworten. Mit ja, insofern wenigstens einmal in einwandfreier Weise der Entwicklungsgang nachgewiesen sein muß. Hat diese Untersuchung ergeben, daß gewisse Entwicklungsstadien für die Alge charakteristisch sind, so wird man sie natürlich bestimmen können, wenn auch nur eins dieser Stadien vorliegt. Haben hingegen die bisherigen Untersuchungen ergeben, daß einzelne Stadien, wie z. B. das bei der zu bestimmenden Alge gerade vorliegende, mit entsprechenden anderer Arten übereinstimmen oder besser gesagt, daß wir sie mit den bisherigen Hilfsmitteln nicht unterscheiden können, so läßt sich natürlich eine richtige Bestimmung nur dann liefern, wenn es gelingt, durch Reinkultur die Alge zu einem bestimmbaren, d. h. einem für eine Art charakteristischen Entwicklungsstadium zu bringen. Erschwert wird in diesem Fall die Bestimmung noch dadurch, daß es niedere Algen gibt, deren gewöhnlich vorkommende Form einem Entwicklungsstadium höherer Algen entspricht. Es ist zu hoffen, daß es bei weiterer Arbeit auf diesem Gebiet dahin kommt, auch bei sehr einfach organisierten Algen Merkmale aufzufinden, die in jedem beliebigen Zustand eine Bestimmung möglich machen. Einerseits aber sind wir noch unendlich weit entfernt von der Kenntnis der morphologischen und physiologischen Charaktere der einzelnen Arten, und andererseits scheint es mir nicht ausgeschlossen, daß manche Arten in Entwicklungsstadien vorkommen, bei denen es mit unseren heutigen Hilfsmitteln überhaupt nicht möglich ist, sichere Unterscheidungsmerkmale festzustellen.

Es bleibt also in Algenaufsammlungen oft ein Rest von Formen übrig, der überhaupt nicht sicher bestimmbar ist. Bei den Gattungen findet sich ein diesbezüglicher Hinweis.

Der Florist findet sich bei dem heutigen Zustande der Algensystematik in einer unangenehmen Lage. Will er nur die wirklich näher bekannten Arten oder Formen berücksichtigen, so wird die Flora nur ein sehr unvollständiges Bild des Formenreichtums bieten. Sollen auch die übrigen ihre rechte Stelle und Rang in der systematischen Aufzählung finden, so müßte jede Gattung erst einer eingehenden systematischen und entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung unterzogen

werden. Dazu reicht aber ein Lebensalter nicht aus. Es ist deshalb nötig, einen Mittelweg einzuschlagen.

Was ich hinsichtlich der Systematik der Süßwasserchlorophyceen hier geben will, möchte ich doch noch in einigen Worten erörtern, damit die Arbeit nicht mißdeutet werden kann.

1. Was die Auswahl des Stoffes betrifft, so habe ich mich nicht auf die im Gebiete selbst beobachteten Gattungen und Arten beschränkt, sondern den Kreis weiter gezogen. Da es nicht ausgeschlossen ist, daß Gattungen fremder Erdteile auch bei uns aufgefunden werden können, ist diese Berücksichtigung nötig, damit wenigstens die Gattung bestimmt werden kann. Was die Arten betrifft, so war wegen ihrer großen Zahl eine Einschränkung in der Aufzählung der nicht im Gebiete beobachteten Arten nötig, erstens weil andernfalls der Charakter des Buches als Lokalflora beeinträchtigt werden würde, zweitens weil ich nicht zuviel Material berücksichtigen wollte, das ich nicht aus eigener Anschauung kenne. Bei der Auswahl der aufgeführten Arten sind aber wohl alle in Deutschland und in den benachbarten Gebieten des Auslands, Dänemark, Schweden, England, vorkommenden Arten berücksichtigt worden, bei kleineren Gattungen auch die aus entfernteren Gebieten. Es wird also diese Flora zur Bestimmung der in einem großen Teil Europas vorkommenden Arten zu verwenden sein. Bei großen Gattungen habe ich die Arten wenigstens in den Bestimmungsschlüssel aufgenommen.

2. Was die Umgrenzung der Arten betrifft, so habe ich mich nach Möglichkeit an die neuesten Untersuchungen gehalten. Allerdings habe ich mich nicht immer mit zu engen Artumgrenzungen einverstanden erklären können. Wo ich selbst praktische Erfahrungen hatte, habe ich einzelne Arten mit anderen vereinigt; wo eigne Beobachtungen fehlten, habe ich sie, trotz meiner Bedenken, bestehen lassen und überlasse es einem Monographen, diese Vereinigung zu vollziehen. Denn ich bin der Ansicht, daß es notwendig ist, wenn man eine Art einzieht, ebenso gründliche Studien zu machen, als wenn man eine neue Art aufstellt. Eine nicht genügend begründete Vereinigung zweier Arten kann viel Unheil anrichten. Erweist sich die Vereinigung als unrichtig, so sind alle späteren Angaben, die den Kollektivnamen tragen, ebenfalls unmittelbar unbrauchbar, und es bedarf in einem solchen Falle vieler Arbeit, bis es festgestellt ist, welche Angabe sich auf die eine oder die andere Art bezieht. Ein Mittelweg steht insofern offen, als man die annullierte Art als Form bei einer anderen beibehalten kann. Selbstverständlich ist dieses Verfahren nicht nötig, wenn die Identität zweier Arten unbestreitbar feststeht, dagegen ist dasselbe zu empfehlen, wenn man selbst auf Unterschiede, die sich tatsächlich bei beiden Arten finden, keinen Wert legt, solche von anderer Seite aber als Speziescharaktere angesehen werden.

Ich bin der Ansicht, daß es Sache des Autors ist, den Beweis dafür zu erbringen, daß das von ihm zur Charakterisierung der Spezies verwendete Merkmal wirklich ein konstantes ist, anstatt es andern zu überlassen, das Gegenteil zu beweisen. Diese Schaffung zahlreicher neuer Arten auf Grund kleiner Abweichungen, deren Konstanz durchaus nicht feststeht, erschwert das Arbeiten ungemein. Ein großer Teil dieser neuen Arten ist nur durch Zersplitterung älterer entstanden. In diesem Falle wäre es meiner Ansicht nach zweckmäßiger gewesen, die Abweichungen dadurch zum Ausdruck zu bringen, daß man sie als Formen der alten Art bezeichnet, bis ein Monograph den Wert oder Unwert dieser Form als Spezies feststellt. So wird die abweichende Beobachtung registriert und die Synonymie nicht unnötig vermehrt. Nach diesem Gesichtspunkte bin ich vorgegangen, wenn mir Formen vorlagen, die in der bisherigen Literatur nicht beschrieben sind. Ich habe sie, wenn irgend möglich, der nächststehenden Art angegliedert und als Form aufgeführt. Wie man sich zu den bereits publizierten Arten dieser Kategorie stellen soll, ist eine schwierige Frage. Sie sind einmal publiziert und zum Teil auch gut abgebildet. Sie auf Grund theoretischer Betrachtungen einfach einzuziehen, schien mir auch nicht angängig. Ich habe sie deshalb in den meisten Fällen beibehalten und nur dann, wenn beträchtliche Inkonsequenzen in den Einteilungsprinzipien oder mangelhafte Beobachtung oder Unkenntnis der Literatur vorlagen, diese Arten andern bereits bestehenden angegliedert. Ich möchte noch auf einen Punkt hinweisen. Manche der in neuerer Zeit beschriebenen Arten sind ungemein häufig. Es ist deshalb kaum anzunehmen, daß sie von früheren Beobachtern überall übersehen worden sind, sondern es kann nur möglich sein, daß diese Arten bei andern untergebracht worden sind. Das ergibt sich unmittelbar aus der Vergleichung zweier zeitlich aufeinanderfolgender Arbeiten über die Flora desselben Gebiets. Dieser Umstand ist bei der Beurteilung der geographischen Verbreitung der Arten von Wichtigkeit. So beziehen sich z. B. sicher viele Angaben über das Vorkommen von *Scenedesmus quadricauda* auf *Scenedesmus Hystrix*, von *Coelastrum sphaericum* auf *Coelastrum proboscideum* usw. Wo beide verwechselten Arten zu den gemeinen Formen gehören, ändert sich dadurch nicht viel, anders ist es, wenn eine Art sehr verbreitet, die mit ihr verwechselte aber selten ist. Es sind zur richtigen Beurteilung der pflanzengeographischen Verhältnisse hinsichtlich der Gattungen, welche viele in neuerer Zeit beschriebene Arten enthalten, daher nur die Arbeiten zu verwenden, in denen die neueren systematischen Anschauungen berücksichtigt sind.

3. Was die aus der älteren Systematik übernommenen unsicheren Arten betrifft, so habe ich sie nach Möglichkeit ganz auszuschalten gesucht. Es ist ja denkbar, daß sich unter diesen unvollkommen be-

schriebenen und abgebildeten Arten auch solche finden, die sich mit Hilfe von Originalexemplaren sicher bestimmen lassen. Es ist also die Gefahr vorhanden, daß durch solche Untersuchungen manche jetzt gangbare Speziesnamen durch ältere Namen ersetzt werden. Ich hoffe aber, daß die Wissenschaft dazu kommt, nur die Namen anzuerkennen, die auf einer genügenden Beschreibung und Abbildung beruhen.*) Ist dies aber der Fall, so sollte auch der alte Name benutzt werden. Ich habe mich in dieser Hinsicht wenigstens teilweise an G. S. WEST angeschlossen.

4. Was die Bestimmung der Arten betrifft, so nimmt der Anfänger diese Aufgabe meist zu leicht. Später aber stellen sich so viel Schwierigkeiten ein, daß man oft daran verzweifelt, eine Form richtig unterzubringen. Ich habe mir oft die Frage vorgelegt, weshalb gerade die Bestimmung der Algen so viel Schwierigkeiten macht. Zum Teil liegen sie, wie oben auseinandergesetzt, in dem gegenwärtigen Zustand der Algensystematik selbst begründet, zum Teil aber auch in dem Mangel geeigneter Bestimmungsbücher. Die algologische Literatur wird zwar von Jahr zu Jahr umfangreicher, doch zusammenfassende Werke sind im Vergleich mit den Phanerogamen wenig geschrieben. Die älteren Werke dieser Art sind für den Anfänger nicht brauchbar. RABENHORST, Kryptogamenflora von Sachsen usw., ist bereits 1863 erschienen. Sie ist wohl zur ersten Orientierung zu verwerten, für weitere Arbeiten nicht ausreichend. KIRCHNERs Algenflora von Schlesien 1878 erfreut sich noch heute eines großen Rufes, doch ist sie schon in manchen Punkten veraltet; die Kürze der Beschreibungen und der Mangel jeglicher Abbildung macht dem Anfänger die Benutzung schwer. Als letzte größere Algenflora in deutscher Sprache ist A. HANSGIRG, Prodromus der Algenflora von Böhmen 1886—92, zu nennen. HANSGIRG gibt ausführlichere Beschreibungen und bildet bei jeder Gattung eine Art als Typ ab. Da auch die Synonymie und Literatur genügende Berücksichtigung finden, ist das Werk noch immer als beste deutsche wissenschaftliche Grundlage für Forschungen auf dem Gebiete der Süßwasseralgenfloristik anzusehen. Doch sind einige Punkte hervorzuheben, die mir eine neue zusammenfassende Arbeit nicht überflüssig erscheinen lassen. Abgesehen von der breiten Aufzählung aller Fundorte selbst der gemeinsten Algen, die für den nicht in Böhmen ansässigen Botaniker zumeist kein Interesse haben,**) befriedigt mich die systematische Auffassung nicht. Es sind noch im wesentlichen dieselben Gesichtspunkte, wie die von KÜTZING, RABENHORST usw., nach denen er sein Material durchgearbeitet hat. Allerdings sind eine Reihe wichtiger Arbeiten erst nach dem Erscheinen des Prodromus publiziert.

*) WILLE, N., Über die Gattung *Gloionema* AG. Eine Nomenklaturstudie.

**) s. S. 75.

Zusammenfassende Floren sind in Deutschland seitdem nicht erschienen.*) Mehrere Werke bemühen sich allerdings, die Süßwasseralgen weiteren Kreisen näherzubringen, wie KIRCHNER, Die mikroskopische Pflanzenwelt des Süßwassers 1891, ZACHARIAS, O. (in Verbindung mit anderen), Die Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers 1891, LAMPERT, Das Leben der Binnengewässer 1891—98, EYFERTH, B., Die einfachsten Lebensformen des Tier- und Pflanzenreichs, 3. Aufl., 1900; aber alle diese Werke genügen nicht den Ansprüchen, welche man an ein Werk stellen kann, das dazu dienen soll, die Grundlage für selbständige wissenschaftliche Arbeiten auf diesem Gebiete zu liefern. Selbstverständlich meine ich nicht die Ausführung dieser Werke, sondern das Urteil bezieht sich nur auf das von ihnen verfolgte Ziel. In ihrer Art sind es sehr schätzenswerte Bücher, und ich habe mehrere selber oft benutzt.

Dagegen sind aus dem Auslande zwei Arbeiten zu erwähnen, die dieselben Zwecke verfolgen wie die vorliegende Flora, aber doch in der Ausführung in manchen Punkten abweichen. Die erste Arbeit ist CHODAT, Algues vertes de la Suisse. Bern 1902.**) Der Verfasser hatte vorher bereits zahlreiche Einzelstudien über Grünalgen publiziert, die allerdings nicht immer als richtig anerkannt sind, da die älteren Arbeiten nicht auf Reinkulturen, sondern auf Beobachtungen von Rohkulturen beruhen. Aus diesem Grunde mußte es von besonderem Interesse sein, ein neueres zusammenfassendes systematisches Werk von diesem Autor zu erhalten. In der Tat zeigt es dem Prodromus gegenüber neue Bahnen für die Systematik der Süßwasseralgen. Bei der Berücksichtigung der vorliegenden Literatur verfährt allerdings CHODAT etwas sehr summarisch. Hervorzuheben sind die zahlreichen Abbildungen, die auch das Bestimmen der Arten sehr erleichtern. Das zweite Werk ist G. S. WEST, A Treatise on the British Freshwater Algae, 1904. Diese Schrift eignet sich vorzüglich zur Einführung in die Süßwasseralgenkunde. Es sind alle Algenklassen berücksichtigt. Das Abbildungsmaterial ist reichhaltig. Doch macht die Benutzung dieses Buches durchaus die Hinzuziehung einer ausgedehnten Spezialliteratur nötig, da von den Arten immer nur wenige und diese so kurz behandelt sind, daß sie eine Bestimmung meist nicht ermöglichen. Hinweise auf diese Spezialliteratur sind aber nur spärlich gegeben.

In der vorliegenden Flora sind sämtliche bisher im Gebiete beobachtete Arten (und Formen) eingehend beschrieben, und zwar möglichst mit Rücksicht auf die Bestimmung. Die Beschreibung ist in deutscher Sprache und möglichst nach der Originalbeschreibung verfaßt. War die

*) Doch wird eine Kryptogamenflora als V. Band von THOMÉs Flora von Deutschland von W. MIGULA herausgegeben.

**) Bisher ist nur ein Teil erschienen.

ursprüngliche Diagnose nicht genügend, so sind die neueren Beschreibungen zur Ergänzung herangezogen. Abweichende einzelne Beobachtungen sind für sich bemerkt. Meine eigenen Beobachtungen habe ich nur dann besonders hervorgehoben, wenn sie von den in der Literatur vorliegenden abwichen.

Im allgemeinen habe ich mich überall bemüht, insbesondere bei der Charakterisierung der höheren systematischen Einheiten, das wirklich Bekannte hervorzuheben. Denn in den meisten Fällen handelt es sich um Verallgemeinerungen durch Analogieschlüsse. Um die Diagnosen dadurch nicht zu unübersichtlich zu machen, habe ich diese Bemerkungen in Form von Textanmerkungen gegeben. Ebenso habe ich, wenn es nötig schien, darauf hingewiesen, wo eine Art mit einer anderen leicht verwechselt werden kann.

Das beste Mittel zum Erkennen der Formen bieten Abbildungen. Ich habe aus diesem Grunde von allen im Gebiete beobachteten Arten eine einfache Zeichnung gegeben. Bei den nicht beobachteten Gattungen habe ich wenigstens eine Art zur Darstellung gebracht. Wo mir die Abbildung zur Erkennung allein ausreichend schien, habe ich in diesen Fällen auf eine eingehende Beschreibung verzichtet. Meine Absicht, nur Originalabbildungen zu liefern, habe ich bei diesem ersten Teil leider nicht durchführen können, da ursprünglich eine Abbildung sämtlicher Arten nicht geplant war, und ich in der Kürze der Zeit die vorhandenen Lücken nicht ausfüllen konnte, weil ich die Zeichnungen während einer Reise anfertigen mußte, auf der ich mein Material nicht zur Verfügung hatte. Die Originalabbildungen sind nach Glyzeringelatinepräparaten und Formalinmaterial entworfen. Sollten sich die Abbildungen als nicht genügend erweisen, so werde ich danach trachten, sie in den folgenden Teilen zu verbessern.

5. Was die Literatur betrifft, so habe ich sie für jeden Abschnitt gesondert. Die spezielle Literatur für das Gebiet findet sich am Ende des ersten Kapitels (S. 70). Die dort namhaft gemachten Werke sind nur dann wieder zitiert, wenn sie Beschreibungen neuer Arten und Formen oder systematische Bemerkungen enthalten. Ebenso habe ich im allgemeinen von vornherein alle die Werke ausgeschlossen, welche nur Fundorte oder systematische Bemerkungen von untergeordneter Bedeutung bringen. Die Arbeiten, in denen die hier angeführten Arten beschrieben sind, sind alle zitiert. Im Texte sind auch die Publikationsjahre angegeben. Die Synonymie ist im wesentlichen nur insoweit berücksichtigt, als es sich um Namen handelt, die noch in neueren Werken gebraucht werden. Auch bei den Synonymen ist die Literatur angegeben. Die großen Handbücher, Tafelwerke usw. habe ich nicht zitiert, wenn in ihnen nicht Arten neu beschrieben oder Synonyme enthalten sind. Ich

habe die benutzten derartigen Werke am Ende dieser Einleitung zusammengestellt. Falls über eine Art noch besonders eingehende Untersuchungen vorliegen, sind diese in einer besonderen Rubrik: „Literatur“ bei den betreffenden Arten zitiert. Falls eine Monographie über eine Gattung benutzt wurde, ist sie bei dieser zitiert, aber nicht bei den einzelnen Arten.

Sämtliche in den Literaturübersichten zusammengestellten Werke habe ich selbst im Original eingesehen, wenn sie mit einem Stern (*) versehen sind. Dieses Zeichen bedeutet zugleich, daß das betreffende Werk im Gebiete in den Bibliotheken vorhanden ist, und zwar in den Bibliotheken der Botanischen Staatsinstitute in Hamburg, des Naturhistorischen Museums in Hamburg und des Botanischen Instituts der Universität Kiel, der Stadtbibliothek in Hamburg und der Universitätsbibliothek in Kiel. Einzelne Werke waren nur aus Privatbesitz erhältlich.

V. Messungen.

Für die Messungen ist es notwendig, die Vergrößerungswerte des gebrauchten Instruments genau zu bestimmen. Die von den Firmen den Mikroskopen beigegebenen Tabellen sind oft ungenau und daher ist eine Nachprüfung unerläßlich. Ebenso ist die Zeichenvergrößerung festzustellen. Das gebräuchliche Maß ist jetzt das Mikromillimeter $1\ \mu = {}^1/_{1000}$ mm. Die älteren Maße sind in Pariser Linien angegeben. Um den Vergleich und die Umrechnung zu erleichtern, gebe ich folgende von HOMFELD berechnete Tabelle, in welcher nur die wichtigeren Zahlen berücksichtigt sind.

1 Pariser Fuß = 0,324839 m
1 „ Linie = 2255,8 μ

1 : 2 =	1127,9	1 : 31 =	72,8
1 : 3 =	751,9	1 : 37 =	60,0
1 : 4 =	564,0	1 : 41 =	57,0
1 : 5 =	451,2	1 : 43 =	52,5
1 : 6 =	376,0	1 : 47 =	48,0
1 : 7 =	322,3	1 : 53 =	42,6
1 : 8 =	282,0	1 : 59 =	38,2
1 : 9 =	250,6	1 : 61 =	37,0
1 : 10 =	225,6	1 : 67 =	33,7
1 : 11 =	205,1	1 : 71 =	32,1
1 : 13 =	173,5	1 : 73 =	30,9
1 : 17 =	132,7	1 : 79 =	28,6
1 : 19 =	118,7	1 : 83 =	27,2
1 : 23 =	98,1	1 : 89 =	25,6
1 : 29 =	78,5	1 : 97 =	23,2

Wenn die Maße richtig sein sollen, muß natürlich das Mikrometer richtig sein. Das scheint früher nicht immer der Fall gewesen zu sein.*) Alle in dieser Flora gegebenen Maße sind, soweit Beobachtungsmaterial vorgelegen hat, persönlich nachgeprüft.

Literaturverzeichnis II.

Allgemeine Literatur.

Bibliographie.

35. * Berichte der Kommission für die Flora von Deutschland über neue Beobachtungen aus den Jahren 1884 ff. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. III und folgende. Berichterstatter: KIRCHNER (bis 1891)**), SCHMIDLE (bis 1898), LEMMERMANN (von 1899 an).

36. * DALLA TORRE, K. W. VON, Bericht über die Literatur der biologischen Erforschung des Süßwassers in den Jahren 1901 und 1902. Forschungsber. aus der Biol. Stat. Plön, Teil XII, 1905, S. 354—418.

37. * DE TONI, G. B., Sylloge Algarum I. Bd. 1889. Bibliotheca Phycologica S. I bis CXXXIX.

Sehr ausführliches Literaturverzeichnis aller bis 1889 erschienenen Werke algologischen Inhalts.

38. * MÖBIUS, M., Über den gegenwärtigen Stand der Algenforschung. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft XXI, Jahrgang 1905, S. (136)—(146).

39. * Referierende Zeitschriften:
Botanisches Centralblatt,
Botanische Zeitung,
Hedwigia,
JUSTs botanischer Jahresbericht.

Systematik.

40. * AGARDH, C. A., Systema Algarum. Lund 1824.

41. * BLACKMAN, F. F. and TANSLEY, A. G., A Classification of the Green Algae. The New Phytologist Vol. I, S. 17, 47, 67, 89, 114, 133, 163, 189, 213, 238. London 1902. (Auch separat erschienen.)

Die Arbeit gibt Diagnosen sämtlicher bis 1902 aufgestellten Chlorophyceen-Gattungen mit Ausschluß der inzwischen wieder gestrichenen.

42. * BOHLIN, K., Utkast till de gröna Algernas och archegoniaternas Fylogeni. Akademisk Afhandling. Upsala 1901. 43 S. Mit deutschem Resümee.

43. * CHODAT, R., Algues vertes de la Suisse. Pleurococcoïdes—Chroolépoïdes. Bern 1902. 373 S. 264 Textfig. (s. S. 84.)

44. * COOKE, M. C., British Freshwater Algae, exclusive *Desmidiaceae* and *Diatomaceae*. London 1883—84.

Das groß angelegte Tafelwerk ist leider recht flüchtig gezeichnet.

*) Vergl. HARTING, P., het Mikroskop, deszelfs gebruik, geschiedenis en tegenwoordige toestand. Utrecht 1843—54. Nach EYRICH, L., Beitr. zur Kenntnis der Algenflora der Umgeb. Mannheims, XXXII. Jahresbericht des Mannheimer Vereins für Naturfreunde, S. 9.

**) Die Jahreszahlen beziehen sich auf die besprochene Literatur.

45. * DE TONI, G. B., Sylloge Algarum omnium hucusque cognitarum Bd. I, 1889. *Chlorophyceae.* 1315 S.

46. * DE WILDEMAN, Flore des Algues de Belgique. Bruxelles et Paris 1896. 485 S. 109 Textfig.

47. * EYFERTH, B., Die einfachsten Lebensformen des Tier- und Pflanzenreichs. 3. Aufl. Braunschweig 1900. (s. S. 84.)

48. HANSGIRG, A., Prodromus der Algenflora von Böhmen. I. Teil 1886. II. Teil 1892/93. (s. S. 83.)

49. * HASSAL, A. H., A History of the British Freshwater Algae, including description of the *Desmidiaceae* and *Diatomaceae.* 2 Bd., 103 Taf. London 1852.

50. * KIRCHNER, O., Algen in COHN, Kryptogamenflora von Schlesien. Breslau 1878. (S. 83.)

51. * —, Mikroskopische Pflanzenwelt des Süßwassers. Hamburg 1891. (S. 84.)

52. * KÜTZING, F. T., Phycologia generalis cum 8 tab. color. Leipzig 1843.

53. * —, Phycologia germanica. Nordhausen 1845.

54. * —, Species Algarum. Leipzig 1849.

55. * —, Tabulae phycologicae, Cent. I—XIX. Nordhausen 1849—1869. (Anastatischer Neudruck.)

56. * LAMPERT, K., Das Leben der Binnengewässer. Leipzig 1898. (S. 84.)

57. * LYNGBYE, H. C., Tentamen hydrophytologiae danicae. Kopenhagen 1819.

58. * MIGULA, W., Kryptogamenflora; Moose, Algen, Flechten und Pilze. (THOMÉs Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, V. Bd.) Gera. Im Erscheinen begriffen.

59. * OLTMANNS, F., Morphologie und Biologie der Algen, I. Bd., Spezieller Teil. Jena 1904, 733 S., 476 Textfig. — II. Bd., Allgemeiner Teil. Jena 1905, 443 S., 150 Textfig., 3 Taf.

Wie aus dem Titel hervorgeht, ist dieses Werk nicht eigentlich systematischen Inhalts, da Diagnosen nicht angeführt werden. Da der Stoff im I. Band aber systematisch geordnet ist und die Morphologie und Fortpflanzungsphysiologie eine sehr eingehende Darstellung finden, die durch zahlreiche Abbildungen veranschaulicht wird, ist dieses Werk auch für denjenigen, der sich mit systematisch-floristischen Studien beschäftigt, als Nachschlagebuch unentbehrlich. Die Ungenauigkeiten, die sich in einzelnen Abschnitten, welche der Verfasser nach der vorliegenden Literatur zusammengestellt hat, finden, und einige Ansichten, über deren Richtigkeit man streiten kann, spielen bei der Beurteilung des ganzen Werkes durchaus keine Rolle.

60. * RABENHORST, L., Deutschlands Kryptogamenflora, Bd. II, Algen. Leipzig 1847.

61. * —, Kryptogamenflora von Sachsen, der Ober-Lausitz, Thüringen und Nordböhmen mit Berücksichtigung der benachbarten Länder, I. Abt., Algen, 295 S. Leipzig 1863.

62. * —, Flora europaea Algarum, Bd. III. Leipzig 1868.

63. * VAUCHER, J. P., Histoire des Conferves d'eau douce. Genève 1803.

64. * WEST, G. S., A Treatise on the British Freshwater Algae. Cambridge 1904, 372 S., 166 Textfig. (s. S. 84).

65. * WILLE, N., *Chlorophyceae* in ENGLER und PRANTL, Natürliche Pflanzenfamilien, I. Teil, Abt. 2. Leipzig 1897, S. 24—175 (inkl. *Characeae,* exkl. *Conjugatae*).

Die erste nach modernen Gesichtspunkten durchgeführte Bearbeitung sämtlicher Chlorophyceengattungen.

66. WOLLE, F., Freshwater Algae of the United States, 2 Bde. Bethlehem 1887.

67. * ZACHARIAS, O. (in Verbindung mit anderen), Die Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers, 2 Bde. Leipzig 1891 (s. S. 84).

Nomenklatur und Artbegriff.

68. * BACHMANN, HANS, Der Speziesbegriff. Vortrag, gehalten an der Versammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft den 11. September 1905 in Luzern. Sep. Abdr. aus den Verhandlungen der Schweiz. Naturf. Gesellsch. Luzern (1905) 1906.

69. * FOCKE, W. O., Die Nomenklatur der pflanzlichen Kleinarten, erläutert an der Gattung *Rubus*. Abh. Nat. Ver. Bremen, XVIII. Bd., 1905, 1. Heft, S. 254—263.

70. * WILLE, N., Über die Gattung *Gloionema* AG. Eine Nomenklaturstudie. Sep. Abdr. aus der Festschrift zu P. ASCHERSONs siebzigstem Geburtstage. Berlin 1904.

Sammeln, Kultivieren, Präparieren und Konservieren der Süßwasseralgen.

Zusammenfassende Angaben mit Literaturverzeichnissen: CHODAT (Nr. 43), COOKE (Nr. 44), MIGULA (Nr. 58), WEST, G. S. (Nr. 64). — OLTMANNS (Nr. 59): Fangmethoden Bd. II, S. 394, Kultur Bd. II, S. 395, Technik der Bearbeitung Bd. II, S. 395.

71. * BACHMANN, H., Das Phytoplankton des Süßwassers. Bot. Zeitung 1904, Abt. II, S. 81—100. Sammelreferat.

72. * BRAND, F., Kulturversuche mit zwei *Rhizoclonium*-Arten. Bot. Centralblatt LXXIV, 1898. (Sep. Abdr.)

73. * —, *Cladophora*-Studien. Beih. Bot. Centralbl. LXXIX, 1899. (Sep. Abdr.) Über Exsiccate S. 5.

74. CHODAT, R., et GRINTZESCO, J., Sur les méthodes de culture pure des algues vertes. 1900. Paris, Congrès international, S. 157—162.

75. * KLEBS, G., Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen, 543 S., 3 Taf., 15 Textfig. Jena 1896.

76. KLEIN, L., Beiträge zur Technik mikroskopischer Dauerpräparate von Süßwasseralgen:
   * I. Hedwigia 1888, S. 121.
   II. Zeitschrift für wissensch. Mikroskopie 1888, 5, S. 456.

77. * LAGERHEIM, G. VON, Über die Anwendung von Milchsäure bei der Untersuchung von trockenen Algen. Hedwigia 1888, S. 58.

78. LEMAIRE, A., Sur un nouveau procédé de préparations microscopiques d'Algues. Journ. de Bot. 1893, 7, S. 434. (Ref. Hedwigia 1894 [S. 4].)

79. ROYERS, H., Anleitung zum Sammeln und Konservieren der Algen. Jahresber. Naturw. Verein. Elberfeld 1903, Heft 10.

80. * STRASBURGER, E., Das botanische Praktikum.

81. SYDOW, P., Anleitung zum Sammeln der Kryptogamen. Stuttgart 1894.

82. * WELLHEIM, FERD., PFEIFFER, R. VON, Zur Präparation der Süßwasseralgen. PRINGSH., Jahrb. 1894.

83. * —, Beitr. zur Fixierung und Präparation der Süßwasseralgen. Österr. Bot. Zeitschr. XLVIII, 1898, S. 53, 99.

84. * ZIMMERMANN, Botanische Mikrotechnik. Tübingen 1892.

Klasse Heterokontae*) LUTHER 1899.

LUTHER, Über *Chlorosaccus* etc. Bih. till K. Svenska Vet.-Ak. Handlingar n. 13 (Sep.) S. 19.

Unterscheidende Merkmale.

Ein- bis vielzellige Algen von sehr verschiedener Gestalt. Chromatophoren scheibenförmig, gelbgrün, außer Chlorophyll reichlich Xanthophyll[1]) enthaltend. Stärke fehlt. Als sekundäres Assimilationsprodukt tritt ein fettes Öl[2]) auf. Bei einigen Gattungen Vermehrung durch Zellteilung. Ungeschlechtliche Fortpflanzung[3]) durch Zoosporen mit zwei verschieden langen Cilien und durch Aplanosporen, geschlechtliche durch gleichartige Gameten.

Anmerkungen.

1) Xanthophyll: Nachweis durch die „Salzsäureprobe". Durch Aufkochen des Materials mit starker Salzsäure auf dem Objektträger tritt blaugrüne Färbung auf. Die Chlorophyceen werden gelbgrün. **) Was die gelbgrüne Farbe der Chromatophoren betrifft, so scheint sie kein sicheres Merkmal zu sein. Ohne künstliche Eingriffe erscheint die Färbung von *Tribonema*-Fäden oft rein grün. Auch BOHLIN (*Confervales* S. 22) erwähnt Exemplare von *Tribonema bombycinum* DERB. et SOL. *genuinum* (WILLE), die er als „ungewöhnlich grün" bezeichnet. Sie wuchsen auf einer von Wasser überrieselten Steinmauer nach Norden.

2) Öl: Durch Überosmiumsäure schwarz gefärbt. Das Vorhanden- oder Nichtvorhandensein des Öls ist zur Unterscheidung der Arten nicht verwertbar.

3) Fortpflanzung: Die Kenntnis der Fortpflanzung namentlich durch bewegliche Sporen ist noch recht mangelhaft. Insbesondere ist das Vorhandensein der ungleich langen Cilien der Zoosporen erst bei *Tribonema* DERBES ET SOLIER (*Conferva* LAGERH.), *Botrydiopsis* BORZI und der hinsichtlich ihrer Zugehörigkeit zu dieser Klasse zweifelhaften Gattung *Chlorosaccus* LUTHER sicher nachgewiesen (Fig. 1). Was die Gameten betrifft, so werden bei der Familie *Tribonemaceae* WEST (*Confervaceae*) zwei Cilien angegeben, die gleich lang sein sollen***), während bei den beiden andern Familien, *Chlorotheciaceae* und *Botrydiaceae*, nur eine Cilie vorhanden sein soll. Diese Beobachtungen bedürfen aber wohl der Bestätigung, und daher ist die Umgrenzung der Familien noch eine unsichere.



Fig. 1 a—c. Zoosporen: a. *Tribonema bombycinum* DERB. et SOL., mit Jod-Jodkalium fixiert. $^{730}/_{1}$. b. *Botrydiopsis arhiza* BORZI, mit Jod-Jodkalium fixiert. $^{730}/_{1}$. c. *Chlorosaccus fluidus* LUTHER. $^{720}/_{1}$. (Nach LUTHER.)

*) heteros = verschieden, kontos = Ruder.

**) Nach OLTMANNS, Morph. u. Biol. der Algen, S. 22, bleiben sie rein grün.

***) Nach SCHERFFEL zeigen die Gameten bei *Tribonema* dieselbe Form wie die gewöhnlichen Schwärmer (s. S. 126).

Geschichte, Umgrenzung und Einteilung.

Mit der Geschichte der Algen dieser Klasse ist die Geschichte der Süßwasseralgenkunde aufs engste verknüpft. Gehört hierher doch die Gattung *Conferva,* die in der ältesten Systematik eine so hervorragende Rolle spielt. Da aber die Beobachtungen, Beschreibungen und Abbildungen viel zu wünschen übrig ließen und Vertreter aller möglichen fadenförmigen Gattungen unter diesem Namen beschrieben wurden, hat es vieler Arbeit bedurft, um in diesen Wust von Formen Ordnung zu bringen, und es gibt noch heute eine große Anzahl Arten, die zu den höchst unsicheren zu zählen sind. Die Erkenntnis der Verwandtschaftsverhältnisse, die zu der Aufstellung einer neuen Algenklasse führte, gehört erst der jüngsten Vergangenheit an. Deshalb ist es wohl selbstverständlich, daß im einzelnen noch vieles unklar ist, und manche für die ganze Klasse als charakteristisch angesehene Eigentümlichkeiten im Bau und in der Art der Fortpflanzung, die erst bei einigen Gattungen beobachtet wurden, bei anderen Gattungen wegen ihrer sonstigen Übereinstimmung nur vermutet werden. Da die hier vereinigten Gattungen einen sehr verschiedenen Habitus aufweisen und fast durchweg unter den eigentlichen Chlorophyceen hinsichtlich ihres Aussehens Parallelformen haben, bedurfte es erst der feineren optischen und chemischen Untersuchungsmethoden der neueren Zeit, um die wahren Verwandtschaftsbeziehungen zu entdecken. Um so bewundernswerter ist es, daß bereits A. BRAUN 1855*) auf die Ähnlichkeit von *Ophiocytium* und *Sciadium* mit *Tribonema* DERB. et SOL. (*Conferva bombycina* AGARDH.) hinweist. Erst 1889 wird von BORZI**) dieses Verwandtschaftsverhältnis wieder zum Ausdruck gebracht, indem er für die genannten und einige andere Gattungen die Ordnung der *Confervales* unter den Chlorophyceen aufstellt. Erweitert und bestätigt werden diese Ansichten von ihm im Jahre 1895.***) Von N. WILLE werden in den Natürlichen Pflanzenfamilien 1897†) die in Betracht kommenden Gattungen noch zerstreut unter den Chlorophyceen aufgeführt. In demselben Jahre aber erbrachte BOHLIN††) den Nachweis, daß *Tribonema* (*Conferva* LAGERH.) nicht mit *Microspora* THUR., wie bis dahin zumeist angenommen wurde, sondern

*) Alg. unicell. S. 49.

**) *Botrydiopsis,* Nuovo Genere di Alghe verde. Bolletino della Società Italiana dei Microscopisti 1889.

***) Studi Algologici. Fasc. II. Palermo 1895. S. 199.

†) I. Teil. 2. Abteilung. Leipzig 1897. Später hat WILLE selbst die Abtrennung der *Confervales* angenommen. Algol. Not. VII, Nyt. Magazin f. Naturvidenskab. Bd. 30, H. 1, Christiania 1901, S. 12, 13 (Sep. Abdr.).

††) Studier öfver några slägten af alggruppen *Confervales* BORZI. Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar. Band 23. Afd. III n. 3.

mit *Ophiocytium* und *Sciadium* nahe verwandt sei und bestätigte die Ansichten BORZIs über die Verwandtschaftsverhältnisse der von ihm unter dem Namen *Confervales* vereinigten Gattungen bis auf einige Änderungen in der Umgrenzung der Familien. Bis dahin hatte man an den Schwärmsporen der *Confervales* nur eine Cilie beobachtet. BOHLIN wies damals auf die Ähnlichkeit einer von LAGERHEIM entdeckten Flagellate, *Chloramoeba*, mit den Schwärmsporen von *Tribonema* hin. Dieses sollte ebenfalls eine Cilie besitzen. Doch bemerkt BOHLIN bereits in einer Anmerkung, daß sich außer dieser oft eine sehr kurze seitlich sitzende Cilie findet. Er betrachtet *Chloramoeba* als Stammform der *Confervales**). Bald darauf fand LUTHER**) bei der Untersuchung einer von LAGERHEIM aufgefundenen Flagellatengattung *Chlorosaccus*, daß die Schwärmer zwei verschieden lange Cilien besitzen und die Gattung in jeder Hinsicht eine Zwischenform zwischen *Chloramoeba* und den *Confervales* darstellt. Die auffällige Abweichung hinsichtlich der Cilien veranlaßte LUTHER, die Schwärmsporen von *Tribonema bombycinum* DERB. et SOL. und *Botrydiopsis arhiza* BORZI nachzuprüfen, und er entdeckte nun, daß auch bei diesen Gattungen eine zweite kürzere Cilie vorhanden ist (Fig. 1). Es lag nun nahe, zu schließen, daß auch bei den übrigen Gattungen, deren Verwandtschaft aus anderen Gründen bereits angenommen wurde, zwei ungleich lange Cilien vorhanden sind. So wurde für alle diese Formen die Klasse *Heterokontae* geschaffen, die die Reihen der *Chloromonadales* und der *Confervales* (im Sinne BORZIs und BOHLINs) umfaßt.

Zur ersten Reihe wird von LUTHER auch die Gattung *Chlorosaccus* gerechnet. Nun stellt zwar die von ihm vorgeschlagene Einteilung eine Übersicht über die Verwandtschaftsverhältnisse dar, doch scheint es mir fraglich, ob wir in dieser Weise diese phylogenetischen Beziehungen im System zum Ausdruck bringen können. Wenn wir Flagellaten und Algen voneinander trennen, so müssen die primitiven Typen, die in der Reihe der *Chloromonadales* vereinigt sind, wieder ausgeschieden und trotz ihrer nahen Verwandtschaft mit den *Confervales* bei den Flagellaten untergebracht werden.***) So würden in der Klasse der *Heterokontae* nur

*) BOHLIN a. a. O. S. 48. — Eine eingehendere Beschreibung von *Chloramoeba* in BOHLIN, „Zur Morphologie und Biologie einzelliger Algen". Öfvers. K. Sv. Vet.-Akad. Förh. 1897 n. 9. S. 513 ff. Fig. 6.

**) Über *Chlorosaccus*, eine neue Gattung der Süßwasseralgen nebst einigen Bemerkungen zur Systematik verwandter Algen. Bih. till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar. Band 24. Afd. III n. 13. 1899.

***) OLTMANNS, Morph. u. Biol. der Algen, S. 18, behält die Fam. *Chloromonadaceae* mit *Chloramoeba* und *Chlorosaccus* in der Klasse *Heterokontae* bei. — BLACKMAN and TANSLEY, A Revision of the Classification of the Green Algae, 1902, S. 216, führen ebenfalls als Series I die *Chloromonadales* bei den *Heterokontae* auf, betonen aber, daß sie zu den Flagellaten gehören.

noch die *Confervales* BORZI übrig bleiben. In diesem Sinne wird sie neuerdings von G. S. WEST umgrenzt (1904).*) Etwas weniger weit geht BOHLIN (1901)**) in der Abtrennung der niederen Formen, indem er für die Gattung *Chlorosaccus* eine eigene Familie *Chlorosaccaceae* aufstellt, welche er zu den *Confervales* rechnet, während er die *Chloromonadales* ausscheidet. Zu den *Chlorosaccaceae* zählt er auch die von ihm beschriebene Gattung *Chlorobotrys*. W. WEST hat die einzige hierher gehörige Art 1892 als *Chlorococcum regulare* zuerst beschrieben. G. S. WEST betont, daß diese Gattung zu den echten Algen gehöre und den *Tribonemaceae*, insbesondere der Gattung *Botrydiopsis*, nahe stehe. BOHLIN ist ebenfalls der Meinung, daß *Chlorobotrys* den Algen näher stehe als *Chlorosaccus*, die kieselsäurehaltige Membran aber auf die Verwandtschaft mit den Flagellaten hinweise.

Wenn man aber die Gattung *Chlorosaccus* zu den Flagellaten rechnet, so kann man nicht gut die Familie *Chlorosaccaceae* bei den *Heterokontae* beibehalten, und für *Chlorobotrys* eine neue Familie zu schaffen, ist bei der mangelhaften Kenntnis der Gattung, insbesondere der Fortpflanzung, nicht tunlich. Sie ist daher wohl am besten, nach dem Vorschlage von WEST, den *Tribonemaceae* anzugliedern. Ob man die Familie der *Chlorosaccaceae* bei den Flagellaten beibehalten will, um den Fortschritt in der Entwicklung darzustellen, ist eine Frage, die hier nicht in Betracht kommt. OLTMANNS hält es für überflüssig (a. a. O. S. 19).

Mir scheint es vorläufig überhaupt ziemlich gegenstandslos, wie wir die Familien gruppieren, da die ungenaue Kenntnis der meisten Gattungen noch manche Verschiebungen nötig machen wird.

Weit wichtiger ist aber die Frage, ob die *Vaucheriales* zu den *Heterokontae* gerechnet werden müssen. Diese Ansicht vertreten BOHLIN (1901), BLACKMAN und TANSLEY (1902)***). WEST ist gegen diese Vereinigung, indem er auf die großen Unterschiede in der Struktur, auf die ausgebildete geschlechtliche Fortpflanzung und auf das Fehlen des gelben Farbstoffs hinweist. BOHLIN erwähnt aber ausdrücklich, daß *Vaucheria* Salzsäurereaktion gebe.†) Das Vorhandensein von Öl ist ja bekannt. Bei einigen Arten wird allerdings Stärke angegeben. Es ist aber bereits die Annahme ausgesprochen worden, daß die letzteren Arten überhaupt nicht zur Gattung gehören.††) Trotz mancher Überein-

*) A Treatise on the British Freshwater Algae. Cambridge 1904. S. 248.

**) Utkast till de gröna Algernas och Archegoniaternas Fylogeni. Akademisk Afhandling. 1901.

***) a. a. O. S. 239.

†) *Confervales* S. 30, Fylogeni S. 14.

††) LAGERHEIM, Über das Phycoporphyrin. Videnskabselskabets Skrifter. Kristiania 1895, n. 5, S. 10 Anm. 2 — *Vaucheria tuberosa* A. BRAUN ist von ERNST zum Vertreter einer eigenen Gattung *Dichotomosiphon* erhoben worden (Beih. Bot. Centralbl. XIII, 1902, S. 115—148, Taf. VI—X).

stimmungen möchte auch ich die *Vaucheriales* bei den Chlorophyceen belassen. Für eine Bestimmung ist diese Frage überhaupt nicht wesentlich, da die zweifellosen *Vaucheria*-Arten eine sehr gut umschriebene Gruppe darstellen.

Ordnung Confervales BORZI 1889.

BORZI, *Botrydiopsis*, Nuovo Genere di Alghe verde. Bolletino della Società Italiana dei Microscopisti 1889. — Studi Algologici II. 1895. S. 199.

Unterscheidende Merkmale.

Algen im erwachsenen Zustande[1]) einzellig, einzeln lebend oder zu Kolonien vereinigt, oder mehrzellig fadenförmig oder mit einzelligem aber vielkernigem Thallus, freischwebend oder festsitzend[2]). Die Zellmembran oft sehr kräftig, bei einigen Gattungen von auffälliger Beschaffenheit,[3]) Chromatophoren eins bis viele, Stärke und Pyrenoide[4]) fehlen stets. Häufig sind Eisenausscheidungen[5]).

Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Zerfallen des Fadens, durch Akineten, durch Zoosporen mit zwei ungleich langen Cilien und Aplanosporen, geschlechtliche durch Gameten, für die ein oder zwei Cilien angegeben werden.[6])

Anmerkungen.

1) Keimpflanzen: Die Keimpflanzen von *Tribonema* können mit dauernd einzelligen Algen verwechselt werden. Ebenso muß beachtet werden, daß manche dauernd einzelligen Algen dieser Klasse, wie *Characiopsis*, zu Verwechslungen mit Keimpflanzen von Chlorophyceen, wie *Ulothrix*, *Oedogonium* etc., Veranlassung geben können.

2) Befestigung: Der Unterschied, ob festsitzend oder freischwebend, ist nur bis zu einem gewissen Grade als systematisch wichtig zu betrachten. Die jungen aus Zoosporen hervorgegangenen Pflänzchen von *Tribonema* sitzen fest (Fig. 32, 35b, 36); meistens findet man aber freischwimmende Fäden. Bei *Ophiocytium* können aus einer freischwebenden Mutterzelle festsitzende Tochterzellen hervorgehen.

3) Membran: Sie ist bei *Tribonema* und *Ophiocytium* von BOHLIN*) besonders eingehend untersucht, und es ist von ihm festgestellt worden, daß sie größtenteils aus einer sauren Pektinverbindung besteht.**) (Über die Struktur s. bei den Gattungen.) Auch bei *Bumilleria* besteht die Membran aus Pektose (nach WEST),***) die aber hier in einen gallertigen Zustand übergeht. Bei *Chlorobotrys* treten Kieselsäureausscheidungen auf. — Über Eisen s. Anm. 5.

4) Pyrenoide: Für *Botrydium* im Jugendzustand werden Pyrenoide angegeben, aber keine Stärke. (KLEBS, Die Bedingungen der Fortpflanzung, S. 224.)

*) BOHLIN, *Confervales* 1897.

**) Bereits A. BRAUN, Alg. unic., S. 50, weist darauf hin, daß sich die *Sciadium*membran durch Behandlung mit Jod und Schwefelsäure nicht bläut, ebensowenig die von *Vaucheria*.

***) WEST, Brit. Freshw. Alg., S. 258, s. *Bumilleria*.

5) Eisen: GAIDUKOV *) unterscheidet zwei Arten der Eisenspeicherung: regelmäßige Einspeicherung in die Membran und unregelmäßige Anlagerung auf der Oberfläche. Beide Arten kommen vor. Die bald gelbliche, bald bis tiefrote oder braune Färbung der Zellanhänge der *Ophiocytium*- und *Characiopsis*-Arten rührt von Eiseneinlagerungen her. Oft gesellen sich dazu oberflächliche Ausscheidungen, wenn die Zellanhänge als Haftorgane funktionieren (Fig. 7, 19). Bei herdenweise vorkommenden Individuen solcher Arten können diese Eisenausscheidungen ineinander übergehen und das Substrat mit einer Kruste überziehen.**) Die chemische Natur dieser Ausscheidungen hat meines Wissens BORZI für diese Gattungen zuerst nachgewiesen 1895,***) nachdem bereits MOLISCH 1892 †) auf die allgemeine Verbreitung dieser Eisenausscheidungen hingewiesen hat. Weit länger bekannt ist die chemische Natur der Ablagerungen auf der Membran von Fadenalgen. Für die Arten der Gattung *Conferva* (im alten Sinne), die solche ringförmigen Panzerungen aufweisen, stellte KÜTZING die Gattung *Psichohormium* auf. Näheres darüber bei *Tribonema*. Nachweis des Eisens nach MOLISCH: 2 proc. Lösung gelbes Blutlaugensalz, Tröpfchen 10 proc. Salzsäure: Niederschlag von Berliner Blau; 2 proc. Lösung rotes Blutlaugensalz, Tröpfchen 10 proc. Salzsäure: Niederschlag von TURNBULLs Blau.

6) s. S. 90, Anm. 3.

Zerfallen des Fadens und Auswachsen der Zellen zu neuen Pflanzen: *Bumilleria* (und *Tribonema* s. S. 141).

Akineten: *Tribonema, Chlorobotrys* (Cysten), *Polychloris* (Cysten).

Zoosporen: Eine lange Cilie nachgewiesen bei *Stipitococcus, Peroniella, Characiopsis, Chlorothecium, Mischococcus, Askenasyella, Oodesmus* (?), *Polychloris, Bumilleria, Botrydium.* — Eine lange und eine kurze Cilie: *Botrydiopsis, Tribonema.* — Zwei gleich lange Cilien: *Ophiocytium* (?)††). — Keine Zoosporen beobachtet: *Chlorobotrys.* — Zahl der Chlorophoren in den Zoosporen: Zwei bei *Mischococcus, Botrydiopsis, Tribonema minus* (KLEBS), *Bumilleria, Botrydium,* — eins bei *Characiopsis, Chlorothecium* †††), *Ophiocytium* *[1]), — drei und mehr bei *Polychloris, Tribonema bombycinum* (Nach LAGERHEIM und LUTHER). — Über die übrigen Gattungen liegt keine genaue Angabe vor, doch ist es nach der Beschaffenheit der erwachsenen Pflanze wahrscheinlich, daß sie ein bis zwei Chlorophoren enthalten. — Hervorzuheben ist die amöboide Beschaffenheit der Schwärmsporen. — Bei den festsitzenden oder koloniebildenden Gattungen kommen die Schwärmsporen nach einiger Zeit zur Ruhe und befestigen sich auf verschiedene Weise. Die Cilie selbst wird zum Haftorgan: bei *Stipitococcus, Peroniella,* durch eintretende Verschleimung auch bei *Mischococcus, Askenasyella, Oodesmus,* vielleicht auch bei *Ophiocytium* (s. S. 112). Bei *Characiopsis* und

*) GAIDUKOV, Über die Eisenalge *Conferva* und die Eisenorganismen des Süßwassers im allgemeinen. Ber. der Deutschen Bot Gesellsch. XXIII. 1905. S. 250.

**) BORZI, Stud. Alg. II. Taf. XIV Fig. 1. *Characiopsis minuta.*

***) a. a. O. S. 156.

†) Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen.

††) Es liegt meines Wissens überhaupt keine zuverlässige Angabe über die Zoosporen bei *Ophiocytium* vor (s. S. 114).

†††) Nach BORZI Taf. XI scheinen aber auch zwei vorzukommen.

*[1]) Da die aus Zoosporen entstandenen Keimpflanzen ein Chlorophor aufweisen, BOHLIN, *Confervales*, Taf. II Fig. 53, 56, ist es wahrscheinlich, daß es bei den Zoosporen selbst auch nur in der Einzahl auftritt.

Chlorothecium verschwindet die Cilie sofort bei der Keimung und es tritt an ihre Stelle ein gelatinöses Membranknöpfchen, welches sich durch Wachstum zum Haftorgan ausbildet. Bei *Tribonema* setzt sich die Schwärmspore mit dem Hinterende fest. Bei den freischwebenden Formen rundet sich die Schwärmspore ab: *Bumilleria, Botrydiopsis,* ebenso bei *Botrydium.* Aus ihr entwickelt sich wieder eine vegetative Pflanze. Auch bei den übrigen Gattungen runden sich die Zoosporen ab, wenn sie sich nicht festsetzen können, z. B. bei *Characiopsis.*

Aplanosporen: Die Aplanosporen sind vielleicht als Hemmungsbildungen der Zoosporen anzusehen. Gut bekannt sind sie bei *Tribonema* und *Ophiocytium.*

Geschlechtliche Fortpflanzung: Nach OLTMANNS ist die geschlechtliche Fortpflanzung noch bei keiner Gattung sicher nachgewiesen. Angegeben wird sie von BORZI für *Characiopsis, Chlorothecium, Mischococcus, Botrydiopsis, Bumilleria,* von IWANOFF für *Botrydium,* von SCHERFFEL für *Tribonema.* Für *Ophiocytium* werden von BOHLIN Schwärmzellen verzeichnet, die möglicherweise Gameten sind. Bezüglich der Einzelheiten verweise ich auf die Gattungen. Bei *Mischococcus* soll aus der Zygote ein palmelloides Stadium entstehen. OLTMANNS weist darauf hin, daß wahrscheinlich von BORZI zwei Organismen vermengt worden sind, und dieses palmelloide Stadium einem *Chlorosaccus* ähnlichen Organismus angehört.*)

Schlüssel der Gattungen.**)

A. Individuen makroskopisch sichtbar, kleine Bläschen auf feuchtem Boden bildend (Fig. 43) .... *Botrydium.*

B. Individuen nur mikroskopisch sichtbar.

a) Individuen mehrzellig, fadenförmig.

1. Bei massenhaftem Auftreten im Wasser gelblich-, blaß-, seltener lebhaft grüne Flocken oder Watten bildend, Zellen fest zusammenhängend, Zellmembran aus zwei Hälften bestehend (Fig. 33) .... *Tribonema.*

2. Bei massenhaftem Auftreten einen grünen Überzug auf feuchtem Boden bildend, Zellen lose zusammenhängend, Zellmembran homogen (Fig. 40) .... *Bumilleria****).

b) Individuen nie vielzellig, fadenförmig, sondern einzellig, ein- oder vielkernig.

1. Die Zellen sind in Schleimmasse eingebettet.

α) Zellen birnförmig, strahlenförmig angeordnet (Fig. 15) *Askenasyella* †).

---

*) Vergl. auch LUTHER, a. a. O. S. 12. — CHODAT, Algues vertes S. 287.

**) Auf das Bestimmen der Familien einzugehen, ist nicht zweckmäßig, da die unterscheidenden Merkmale schwer der Beobachtung zugänglich und teilweise überhaupt noch nicht genügend bekannt sind.

***) Nach WEST: Zellwand fest, beim Zerbrechen in H förmige Membranteile zerfallend (Fig. 34) .... *Tribonema.*
Zellwand verschleimt, H förmige Bruchstücke nicht so deutlich hervortretend (Fig. 44) .... *Bumilleria.*

†) Das größte bisher beobachtete Gallertklümpchen war stecknadelknopfgroß.

β) Zellen kugelig oder zylindrisch zu 2, 4, 8, 16 angeordnet (Fig. 18) . . . . *Chlorobotrys.*

2. Die Zellen sind durch Schleimstiele verbunden.
   α) Zellen eiförmig, Familien freischwimmend (Fig. 16) *Oodesmus.*
   β) Zellen rund, eine vielfach verzweigte festsitzende Familie bildend (Fig. 14) . . . . *Mischococcus.*
3. Die Koloniebildung tritt durch Festwachsen der Zoosporen an der Öffnung der Mutterzelle oder durch Vereinigung der Zellfortsätze gleichaltriger Individuen ein.
   α) Freischwimmend . . *Ophiocytium cochleare* var. *umbelliferum.*
   Ophiocytium capitatum var. *umbelliferum.*
   Ophiocytium Lagerheimii.
   β) Festsitzend (Fig. 19) . . . . . . *Ophiocytium.* Sect. *Sciadium.*
4. Symbiotisch in einer Amöbe . . . . *Polychloris.*
5. Die Zellen sind stets gesondert oder bei haufenweisem Vorkommen nicht wie in 1—4 vereinigt.
   α) Festsitzend auf anderen Pflanzen.
   †) Stiel sehr zierlich.
   *) Zellen zugespitzt oder am oberen Ende unregelmäßig ausgeschnitten (Fig. 2) . . . . *Stipitococcus.*
   **) Zellen abgerundet (Fig. 4) . . . . *Peroniella.*
   ††) Stiel dick.
   *) Zoosporen durch Zerreißen der Membran meist an der Spitze der Mutterzelle freiwerdend (Fig. 7) *Characiopsis.*
   **) Zoosporen durch ringförmiges Auseinanderweichen der Membran freiwerdend (Fig. 13) . . . . . *Chlorothecium.*
   β) Freischwebend.
   †) Zellen viel länger als dick (Fig. 25) . . . . *Ophiocytium.*
   ††) Zellen mehr oder weniger kugelig (Fig. 17) *Botrydiopsis.*

Anmerkung.

Da die Unterscheidung der Gattungen der *Heterokontae* von einigen Chlorophyceengattungen oft schwierig und für manche Arten die systematische Stellung überhaupt noch nicht sicher nachgewiesen ist, sind die Gattungen der *Chlorophyceae* zu vergleichen. Insbesondere ist bei der Bestimmung von *Tribonema* die Gattung *Microspora,* bei *Characiopsis* die Gattung *Characium,* bei *Botrydiopsis* die Gattung *Eremosphaera* zu berücksichtigen. *Peroniella* gleicht *Physocytium, Askenasyella* gleicht *Characiella* SCHMIDLE, *Botrydium* der Gattung *Protosiphon* KLEBS.

Die Gattung **Actidesmium** REINSCH*) wird als fraglich ebenfalls zu den

*) REINSCH, P. F., Contrib. ad Algol., 1874, Taf. VIII. Chlorosp. Fig. 2, a, b, c. S. 78. — Über das Protococcaceen Genus *Actidesmium.* Flora 1891, S. 445—459, Taf. XIV, XV.

Heterokontae gestellt. Die entwickelten Kolonien zeigen eine habituelle Ähnlichkeit mit *Ophiocytium (Sciadium)*. *A. Hookeri* REINSCH ist wegen dieser Ähnlichkeit von EICHLER*) unter einem neuen Namen *Sciadium umbellatum* 1894 beschrieben worden.

Familie **Chlorotheciaceae** BOHLIN 1897.

BOHLIN, *Confervales* etc. S. 48.

Syn.: Familie *Sciadiaceae* BORZI 1895. Stud. Algologici II. S. 199. (Zum Teil.)

Zellen einzeln, dann oft bei festsitzenden Formen massenhaft auftretend, oder koloniebildend. Gameten mit einer (?) langen Cilie.

Gattungen: ***Stipitococcus, Peroniella, Characiopsis, Chlorothecium, Mischococcus, Askenasyella, Oodesmus.***

Stipitococcus**) W. WEST et G. S. WEST 1898.

W. WEST et G. S. WEST, Journ. of Bot. XXXVI, S. 336. — SCHMIDLE in Hedwigia 1902, S. 151 (Diagn. S. 153).

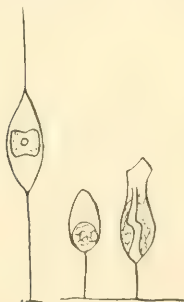


Fig. 2a—c.
a. *Stipitococcus Lauterbornei* SCHMIDLE.
b. c. *St. urceolatus* WEST et G. S. WEST.
(Nach SCHMIDLE.)

Zellen sehr klein, treten epiphytisch auf anderen Algen herdenweise auf und sitzen mit einem sehr zarten Stiele fest. Zellen eiförmig oder glockenförmig, am Grunde abgerundet, ein wandständiges gelbgrünes Chromatophor von etwas unregelmäßiger Form, ein kleiner zentraler Zellkern. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Zoosporen, deren jede Mutterzelle zwei hervorbringt. Bisher ist nur eine lange Cilie an den Zoosporen beobachtet worden, mit welcher sie sich festsetzen. Sie werden zum Stiel der neuen Pflanze.

S. urceolatus W. WEST et G. S. WEST a. a. O.

Zelle 6,15—10,5 μ lang, 3—4 μ breit (Stiel 4—6 μ lang), häufig mit kleiner Spitze, bisweilen unregelmäßig ausgerandet. (Fig. 2b, c.)

Vorkommen.

In Großbritannien ist diese Art nicht selten.***) Ich beobachtete nur ein einziges Mal eine Anzahl Individuen im Teich bei der Wulfsmühle (Kreis Pinneberg) auf Fäden von *Hyalotheca*

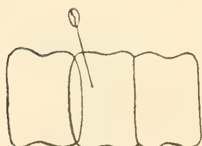


Fig. 3.
Stipitococcus urceolatus WEST et WEST (?). 700/1.
Kreis Pinneberg.

*) EICHLER, Pamietnick Fezyjograficzny Tom. XIV. nach BOHLIN, *Confervales* S. 47.

**) Stipes = Stiel, coccus = Kügelchen, Korn.

***) Auf *Mougeotia* und *Sphaerozosma* beobachtet. Ob die „Wirtspflanze", wie SCHMIDLE sagt, irgend eine Bedeutung hat, scheint mir zweifelhaft.

dissiliens. Die Individuen waren leider nicht völlig entwickelt. Ein kleines gelbgrünes Chromatophor war deutlich erkennbar. Die Zellen waren elliptisch bis birnförmig, auf einem 15 μ langen Stiel sitzend. Geöffnete Zellen kamen nicht zur Beobachtung. Wegen des unentwickelten Materials und der angeführten Abweichungen scheint mir die Zugehörigkeit zu dieser Art noch zweifelhaft. (Fig. 3.)

S. Lauterbornei SCHMIDLE 1902.

SCHMIDLE in Hedwigia 1902. S. 151 Fig. A. 1.

Zelle 5—8 μ lang, 3—5 μ breit, an der Spitze in einen langen, sehr zarten Fortsatz verlängert, Stiel 5—16 μ lang. (Fig. 2 a.) In der Schleimhülle von *Hyalotheca mucosa.* Deutschland.

Peroniella*) GOBI 1887.

GOBI in Scripta Botan. Horti Univers. Imp. Petropolitanae I. 1887. S. 1—18 Taf. 1.**)

P. Hyalothecae GOBI a. a. O.

Einzige Art.***) — Europa. (Fig. 4.)



Fig. 4. *Peroniella Hyalothecae* GOBI. 375/1. (Nach GOBI.)

Characiopsis†) BORZI 1895.

BORZI, Stud. Algolog. II. S. 151.

Syn.: *Characium* A. BRAUN in KÜTZ. Spec. Alg. S. 208. z. T. *Hydrianum* RBH. Flor. eur. Alg. III. S. 87, z. T.

Einzellig, Zellen mit starker Membran, Chromatophoren scheibenförmig, eins bis zahlreiche, ohne Pyrenoide[1]). Zellform (im Längsschnitt) rundlich, eiförmig, elliptisch,[2]) Stiel entweder sehr kurz und undeutlich oder gut entwickelt. Fortpflanzung ungeschlechtlich durch Entwicklung von 4—8—16 Zoosporen, die durch Auflösen des Gipfels[3]) der Mutterzelle frei werden und wieder zu vegetativen Individuen auswachsen,[4]) oder geschlechtlich[5]) durch rundliche Zellen, welche 1—2—4 Gameten bilden, die meist sofort nach Freiwerden kopulieren. Die Zygote ist den Gametenmutterzellen sehr ähnlich und keimt, indem sie zwei (selten eine) Zoosporen hervorbringt.

Anmerkungen.

1) Pyrenoide: Das Fehlen der Pyrenoide ist ein auffälliger Unterschied von *Characium,* wo stets ein großes Pyrenoid sich im plattenförmigen Chromatophor

Peroniella kleine Nadel mit Knopf.

**) WEST, Brit. Freshw. Algae, S. 251, zitiert: Bd. I. 1866—7, S. 244—250 t. 1.

***) SERBINOW, J. L., Über den Bau und Polymorphismus der Süßwasseralge *Peroniella gloeophila* GOBI. Scripta botan. Hort. Univ. Petropol. XXIII. 1906. 18 pp. Diese Arbeit habe ich noch nicht einsehen können.

†) *Characiopsis* = *Characium* ähnlich.

befindet. Undeutlicher werden die Verhältnisse, wenn Teilungen des Zellinhalts auftreten. Ob dem Fehlen oder Vorhandensein der Pyrenoide wirklich eine größere systematische Bedeutung zukommt, ist noch nicht erwiesen.

2) Zellform: Nicht zu verwechseln mit Keimpflanzen von *Bulbochaete, Ulothrix* etc.

3) Austrittsöffnung: HERMANN*) erwähnt besonders bei einer Anzahl Arten die apikale Öffnung. BORZI führt in der Diagnose an, daß die Zoosporen durch eine apikale oder seitliche Öffnung frei werden. In seiner Bestimmungstabelle betont er das Austreten am Gipfel der Mutterzelle im Gegensatz zu *Chlorothecium,* bei welcher Gattung die Sporen durch ringförmiges Auseinanderweichen der Membran frei werden (Fig. 13). BORZI erwähnt, daß die Öffnung unregelmäßig sei. HERMANN macht darauf aufmerksam, daß die entleerten Zellen oft abgeschnitten erscheinen (*Characium acutum, Ch. clava*). Mir scheint, daß eine apikale Ruptur bei *Characiopsis* vorwiegt, während bei *Characium* eine laterale Entleerung vorherrschend ist. RABENHORST betrachtet die Art der Öffnung als systematisch wichtiges Merkmal. Die Arten mit apikaler Öffnung faßt er als *Hydrianum* zusammen. Ist die Art des Freiwerdens der Zoosporen von untergeordneter Bedeutung, so kann man auch die Gültigkeit der Gattung *Chlorothecium* BORZI in Zweifel ziehen.

4) s. S. 96.

5) Die Fortpflanzung ist von BORZI nur bei *Ch. minuta* und *Ch. gibba* gut beobachtet. Daher ist die Zugehörigkeit mancher als *Characium* beschriebenen Arten zu *Characiopsis* noch nicht sicher festgestellt. Ebenso liegt über den Zellinhalt vielfach keine detaillierte Beschreibung vor. Ich persönlich muß erklären, daß ich an fixiertem Material nicht mit Sicherheit die Zugehörigkeit zu dieser Gattung feststellen, und daß ich aus diesem Grunde noch manches Material nicht berücksichtigen konnte.

Schlüssel der Arten.

Zelle fast sitzend oder sehr kurz gestielt.
- Zelle kugelig oder fast kugelig, am Gipfel abgerundet, oft schief auf dem Stielchen (Fig. 5 a—f) .... *Ch. gibba.*
- Zelle länglich, nach dem Gipfel zu verjüngt.
  - Bis 6 μ breit.
    - Zellen sitzend (Fig. 5 g) .... (*Ch. subulata***).
    - Stiel sehr kurz, oft mit Haftscheibe (Fig. 7) ..... *Ch. minuta.*
  - Über 6 μ breit.
    - Chromatophoren wenig. Zelle bis 10 μ breit .. *Ch. ellipsoidea.*
    - Chromatophoren zahlreich. Zelle 12—16 μ breit (Fig. 8) *Ch. turgida.*

Zelle lang gestielt.
- Zelle am Gipfel abgerundet (Fig. 9) .... *Ch. pyriformis****).
- Zelle am Gipfel zugespitzt (Fig. 10, 11)................. *Ch. acuta.*
- Zelle in eine hyaline Spitze vorgezogen (Fig. 12) ..... *Ch. longipes.*

*) HERMANN, Über die bei Neudamm aufgefundenen Arten des Genus *Characium,* in RABENHORSTs Beitr. zur näheren Kenntnis und Verbreitung der Algen.

**) Von WEST bei *Characium* aufgeführt.

***) EICHLER hat ein *Characium cerassiforme* beschrieben und abgebildet, welches *Ch. pyriforme* ähnlich, doch größer und verhältnismäßig breiter ist. (Nach JUSTs Jahresber. 1892, S. 16.)

Ch. gibba (A. BRAUN) BORZI 1895.

BORZI, Stud. Algologici II, S. 152, Taf. XIV, Fig. 13—15.

Syn.: *Characium gibbum* A. BRAUN 1855. Alg. unicell. S. 45. *Hydrianum gibbum* RABENHORST 1868. Flor. Eur. Alg. III, S. 89.

Die kugeligen Zellen fast sitzend, exzentrisch und kurz gestielt, Stiel am Grunde kaum verbreitert, Zelle 8—10 μ breit, 1—2 Chromatophoren; Zoosporen 1—2—4 in jeder Zelle, kurz eiförmig. (Fig. 5a—f.)

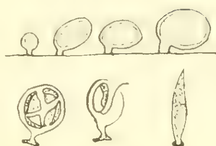


Fig. 5.
a—f. *Characiopsis gibba* (A. BR.) BORZI. a—d $^{1000}/_{1}$. e, f $^{745}/_{1}$. (a—d nach A. BRAUN, e, f nach BORZI). g. *Ch. subulata* (A. BR.) BORZI. $^{600}/_{1}$. (Nach A. BRAUN.)

Vorkommen.

Europa. — Im Gebiete nicht beobachtet.

Ch. subulata (A. BRAUN) BORZI 1895.

BORZI, Stud. Algologici II, S. 152.

Syn.: *Characium subulatum* A. BRAUN Alg. unicell. S. 47, Taf. V, G.

Nach G. S. WEST a. a. O. S. 200 gehört diese Art zu *Characium*. In Fig. 80, C bildet WEST auch ein Pyrenoid ab.

Zelle 4—6 μ dick, 10—20 μ lang, 2—4 Chromatophoren; 2—4 Zoosporen in jeder Zelle, 2 μ breit, 4—6 μ lang. (Fig. 5g.) Wegen der Zellform leicht mit anderen Arten zu verwechseln (vergl. Fig. 6).



Fig. 6a—c.
Links: *Characium ensiforme* HERMANN.*) — Rechts oben: *Characium ambiguum* HERMANN, unten: *Characium tenue* HERM. (Nach HERMANN).

Vorkommen.

Im Gebiete nicht beobachtet. — Europa.

Ch. minuta (A. BRAUN) BORZI 1895.

BORZI Stud. Algologici II, S. 152, Taf. XIV, Fig. 1—12.

Syn.: *Characium minutum* A. BRAUN in litt. 1848, in KÜTZING Spec. Alg. 1849 add. S. 992. — A. BRAUN Alg. Unicell. S. 46, Taf. V, F.

Zellen schief-lanzettlich oder oblong-lanzettlich, spitz oder mit einem etwas schiefen hyalinen Stachel versehen oder stumpflich, mit einem kurzen knöpfchenförmig verdickten Stiel am Substrat befestigt. 15—25 μ**) lang, 5—6 μ**) breit, 4—8 Chro-

*) Die Abbildung von G. S. WEST a. a. O. S. 200 weicht von der oben reproduzierten Abbildung HERMANNs ziemlich ab. Es kann überhaupt fraglich erscheinen, ob die von HERMANN als *Characium* abgebildeten Algen wirklich zu dieser Gattung gehören. Sie sind nur deshalb reproduziert, um zu zeigen, daß es viele ähnlich wie *Characiopsis subulata* aussehende Algenformen gibt.

**) Bis 33 μ lang, 8 μ breit nach BORGE, Austral. Süßwasserchlorophyceen. Bih. till Kongl. Sv. Vet.-Ak. Handl. Bd. 22, Afd. III, n. 9, S. 7. (Sep. Abdr.), Taf. I, Fig. 5.

matophoren. 4—5 Zoosporen in jeder Zelle, von 2—3 μ Durchmesser. Die geschlechtlichen Individuen kugelig, 4—6 μ Durchmesser, Gameten eiförmig, 3 μ lang. (Fig. 7.)

Vorkommen.

Im Gebiete gelegentlich, dann meist massenhaft beobachtet, z. B. im Wittmoor (Kreis Stormarn). Im Plöner Gebiet: Klinkerteich, Helloch, Drecksee an *Cladophora* (LEMM. als *Characium*).

Var. **disciculifera** (WITTROCK).

Syn.: *Characium minutum* A. BRAUN var. *disciculiferum* WITTROCK in WITTROCK et NORDSTEDT n. 459, Fasc. 21, S. 24.

Unterscheidet sich von der Hauptform durch den knöpfchenförmig verdickten Stiel.

Vorkommen.

Plöner Gebiet: Schöhsee, an Fadenalgen einzeln (LEMM. als *Characium*).

Ob sich diese Varietät aufrecht erhalten läßt, erscheint mir sehr fraglich. Ihre Aufstellung war berechtigt mit Rücksicht auf die Originaldiagnose und die Zeichnung A. BRAUNs. Die von BORZI abgebildeten Exemplare zeigen alle eine deutliche Haftscheibe; BORGE bildet (a. a. O.) neun Individuen ab, von denen eins ein Knöpfchen besitzt.





Fig. 7 a, b. *Characiopsis minuta* (A. BRAUN) BORZI. b. Austreten der Zoosporen. 375/1. (Nach BORZI.)

Ch. ellipsoidea G. S. WEST 1904.

G. S. WEST, West Indian Freshw. Algae. Journ. of Botan. XLII, S. 181, Taf. 464, Fig. 8.

Vegetative Zellen schmal elliptisch, am Gipfel abgerundet, mit sehr kurzem Stiel ohne Haftscheibe versehen. Vier fast elliptische, wandständige, gelbgrüne Chromatophoren ohne Pyrenoide. 15—22 μ lang, 7,7—9,6 μ dick.

Vorkommen: Barbados.

Ch. turgida W. WEST et G. S. WEST 1903.

W. WEST et G. S. WEST, Notes on Freshwater Algae III. Journ. of Botany XLI, S. 77. — WEST, Brit. Freshw. Algae, S. 251, Fig. 117 B—D.

Syn.: *Characium* sp. G. S. WEST 1899. Journ. of Bot. XXXVII, S. 222, Taf. 395, Fig. 7.

Zellen zugespitzt oder fast zugespitzt, mit einer Basalscheibe, 36—46 μ lang, 11,5—16 μ breit, 8—21 Chromatophoren. (Fig. 8 a—c.)



Fig. 8 a—c. *Characiopsis turgida* WEST et G. S. WEST. a. Haseldorf (Orig.) 700/1. b. c. 500/1. (Nach WEST.)

Vorkommen.

Pinneberg: Haseldorf. Die beobachtete Form (Fig. 8a) weicht von der Abbildung, die WEST gibt, nicht unwesentlich ab (Fig. 8b, c). Außer der dargestellten Form fanden sich andere Individuen, bei denen die Chromatophoren nur durch schmale helle Streifen getrennt und in geringerer Zahl vorhanden waren. Auch die Dimensionen sind etwas kleiner, 24 μ lang, 7,5 μ breit. Stiel 1,5 μ lang. Da aber gerade die jüngere von WEST abgebildete Zelle mit den gefundenen Formen am besten übereinstimmt, könnten sie trotz der Abweichungen hierher gerechnet werden. In der Zellform stimmt die Alge übrigens sehr gut mit *Characium acuminatum* (A. BRAUN)*) überein, doch weicht sie in der Beschaffenheit des Zellinhalts ab.

Ch. pyriformis BORZI 1895.

BORZI, Stud. Algologici II, S. 153.**)

Syn.: *Characium pyriforme* A. BRAUN 1855. Alg. unicell. S. 40, Taf. V, B. — *Hydrianum pyriforme* RABENHORST 1868. Flor. Eur. Alg. III, S. 88.

Zellen umgekehrt eiförmig-keulenförmig, am Gipfel abgerundet, nach der Basis zu in einen sehr zarten Stiel verjüngt, der etwa halb so lang ist wie die Zelle und mit einem ziemlich dicken Scheibchen festsitzt. 2—4 Chromatophoren. Zelle 18—25 μ lang, 5—10 μ breit. Fortpflanzung unbekannt. (Fig. 9.)



Fig. 9. *Characiopsis pyriformis* (A. BRAUN) BORZI. 600/1. (Nach BRAUN.)

Vorkommen.

Formen, die nach dem Umriß und den Größenverhältnissen hierher zu rechnen sind, wurden häufig beobachtet. Fortpflanzung wurde nicht gesehen. Pinneberg: Teich bei der Wulfsmühle auf verschiedenen Wasserpflanzen, auch auf Diatomeen (22,5 μ lang inkl. Stiel, Stiel 7,5 μ lang, Zelle 6 μ breit, braune Fußscheibe 4,5 μ breit). Plöner Gebiet: Lebrader Teich (LEMM.) usw.

*) a. a. O. Taf. II A.

**) BORZI bezeichnet diese Art als fraglich. S. 163 spricht er aus, daß *Ch. pyriformis* nichts als ein Entwicklungsstadium einer *Ophiocytium*-Art zu sein scheine. Bereits A. BRAUN (a. a. O. S. 50) weist auf die Ähnlichkeit mit Keimpflanzen von *Sciadium* hin. (Vergl. Fig. 24d, die Tochterzellen.) Wegen des Baues der Chromatophoren ist diese Art aber beizubehalten, wenn es auch nicht ausgeschlossen ist, daß manche Angaben auf Verwechslung beruhen. In der Zeichnung BRAUNs treten die Chromatophoren allerdings nicht hervor.

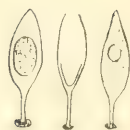


Fig. 10a—c. *Characiopsis acuta* (A. BRAUN) BORZI. 600/1. (Nach BRAUN.)



Fig. 11. *Characiopsis acuta* (A. BRAUN) BORZI. forma. 450/1. (Nach SCHRÖDER.)

Ch. acuta (A. BRAUN) BORZI 1895.

BORZI, Stud. Algologici II, S. 153.*)

Syn.: *Characium acutum* A. BRAUN 1855, Alg. unicell. S. 41, Taf. V, C. — *Hydrianum acutum* RABENHORST 1868, Flora Eur. Alg. III, S. 87.

Zellen eiförmig oder eiförmig-lanzettlich an beiden Seiten allmählich verjüngt, am Gipfel spitz oder schwach zugespitzt, am Grunde in einen zarten Stiel auslaufend, der bis halb so lang wie die Zelle[1]) und mit einer schwarzpurpurnen[2]) Scheibe versehen ist. 1—2 Chromatophoren in jeder Zelle, letztere 20—25 (—38) μ lang (inkl. Stiel), 6—10 μ breit. Fortpflanzung unbekannt. (Fig. 10a—c.)

Anmerkungen.

1) Stiel: Nach HANSGIRG ist der Stiel 1/3—1/2 so lang wie die Zelle. — Von SCHRÖDER**) wird eine Form beschrieben, die 36—38 μ lang, 7,6 μ breit, deren Stiel nur 1/4 der übrigen Zelle lang ist. (Fig. 11.)

2) Fußscheibe: Von HANSGIRG wird die Fußscheibe als rotbraun oder schwarzrot beschrieben.

Vorkommen.

Zweifellos hierher gehörige Formen habe ich nicht gesehen. Plöner Gebiet: Kl. Uklei-See, selten (LEMM. als *Characium*), Moortümpel an der Straße nach Eutin (O. ZACHARIAS als *Characium*).

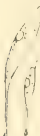


Fig. 12a, b. *Characiopsis longipes* (RABENHORST) BORZI. 300/1. (Nach BRAUN.)

Ch. longipes (RABENHORST) BORZI 1895.

BORZI, Stud. Algologici II, S. 152.

Syn.: *Characium longipes* RABENHORST Alg. Dec. XVIII n. 171. Hedwigia 1854, Taf. IX.***) — A. BRAUN Alg. unicell. S. 43, Taf. V, D.

Zellen fast aufrecht oder geneigt, schief-lanzettlich, in eine hyaline, gerade oder etwas schiefe Spitze ausgezogen, mit einem langen zarten Stiele, der halb so lang, so lang, bis doppelt so lang als die Zelle und am Grunde mit einem schwach gelblich gefärbten

*) Von BORZI als zweifelhafte Art bezeichnet.

**) Forschungsber. der Plöner Biol. Stat. Teil VI, S. 22, Taf. I, Fig. 4, als *Characium*.

***) Die hier abgebildeten Algen entsprechen gut den BRAUNschen Zeichnungen. In Hedwigia 1853 n. 4, Taf II, Fig. 2, wird eine andere Abbildung geliefert und eine Beschreibung zu Nr. 171 der Dekaden gegeben, die es wahrscheinlich macht, daß zwei verschiedene Arten vermengt sind. „Die völlig ausgebildete Mutterzelle strotzend von junger Brut; eine Schwärmzelle mit zwei straffen Wimpern.“ Eine solche Schwärmzelle wird auch abgebildet. Wahrscheinlich liegt hier ein echtes *Characium* vor.

Knötchen versehen ist. Ein einziges wandständiges, großes flaches Chromatophor oder zwei Chromatophoren. Zellen 20—35 μ *) (inkl. Stiel) lang, 6—10 μ breit. Zoosporen 2—4 in jeder Zelle. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt. (Fig. 12 a, b.)

Vorkommen.

Plöner Gebiet: Klinkerteich, Helloch, Gr. und Kl. Plöner See an *Cladophora* ziemlich häufig, Tümpel in der Nähe des Parnasses, Lebrader Teich häufig (LEMM.).

LEMMERMANN sucht die verschiedene Länge der Stiele durch die Standortsverhältnisse zu erklären. Er beobachtete, daß Individuen, welche auf stark mit Diatomeen besetzten Fäden saßen, viel längere Stiele hatten als solche auf diatomeenfreien Algenfäden.

Chlorothecium**) BORZI 1885.

BORZI in MARTEL, Contribuz. alla conosc. dell Algolog. romana nell' Ann. dell' Ist. botan. di Roma I, fasc. 2, S. 183. — Studi Algologici II, 1895, S. 139—149, Tab. XI.

Die von KRÜGER 1894 aufgestellte Gattung *Chlorothecium* (Hedwigia 1894, S. 265) ist mit dieser Gattung nicht identisch. Zur Unterscheidung schlage ich den Namen KRÜGERA vor. Die einzige Art heißt dann *Krügera saccharophila* (KRÜGER).

Chl. Pirottae BORZI a. a. O.

Fig. 13. — Vorkommen: Italien.



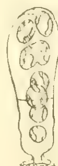


Fig. 13 a, b. *Chlorothecium Pirottae* BORZI. a. *Characium*-ähnliches Pflänzchen. b. Entwicklungsstadium. Die Membran weicht ringförmig auseinander. 450/1. (Nach BORZI.)

Mischococcus***) NÄGELI 1849.

NÄGELI, Einzell. Algen S. 82, Taf. II B.

M. confervicola NÄGELI.

NÄGELI a. a. O. — BORZI, Stud. Algologici II, S. 121, Taf. X. — CHODAT, Algues vertes, S 287.

Zelle 3,5—5,5 μ Durchmesser. — (Fig. 14 a, b u. S. 96).

Von NÄGELI werden zwei Formen nach der Gruppierung der Zellen unterschieden: var. *geminatus* und var. *bigeminus*. Von SCHMIDLE †) ist eine forma *ramosa* beschrieben und von ASKENASY und FORSTER ††) eine var. *simplex* (als Art).

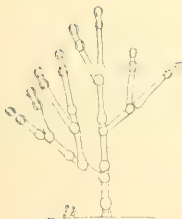


Fig. 14 a, b. *Mischococcus confervicola* NÄGELI. 300/1. (Nach BORZI.)

*) Nach HANSGIRG bis 45 μ lang.

**) chloros = grün, theca = Kapsel.

***) mischos = Stiel, coccos = Korn, Kügelchen.

†) SCHMIDLE in Hedwigia 1895, S. 70, Taf. I, Fig. 6.

††) Beitr. zur badischen Algenflora. Mitt. des badischen Botan. Vereins 1892, n. 101, S. 3, Fig. 2.

Vorkommen: Deutschland usw. — Für Großbritannien wird die Art als nicht häufig bezeichnet. — Im Gebiete nicht beobachtet.

Askenasyella*) SCHMIDLE 1902.

SCHMIDLE in Hedwigia 1902, S. 154—157, 162, Fig. B 1—3.

A. chlamydopus SCHMIDLE.

SCHMIDLE a. a. O. S. 154.

Syn.: *Characium? chlamydopus* HERMANN. Über die bei Neudamm aufgefundenen Arten des Genus *Characium*, S. 30, Taf. VII, Fig. 12.

Zellen ca. 10 μ lang, 6 μ breit. (Fig. 15 a, b.)

Vorkommen: Deutschland.



Fig. 15 a, b. *Askenasyella chlamydopus* SCHMIDLE. a. Teil einer Kolonie. b. Einzelzelle. (Nach SCHMIDLE.)

Oodesmus**) SCHMIDLE 1902.

SCHMIDLE in Hedwigia 1902, S. 162.

O. Doederleinii SCHMIDLE.

SCHMIDLE a. a. O. S. 163, Fig. A 4.

Zellen 8 μ lang, 6 μ breit. (Fig. 16.)

Vorkommen: Deutschland. — Im Plankton, doch vielleicht in der Gallerte eines Rädertieres. — Großbritannien (LEMMERMANN).



Fig. 16. *Oodesmus Doederleinii* SCHMIDLE. Mit Fuchsin gefärbt. (Nach SCHMIDLE.)

Familie Tribonemaceae G. S. WEST.

G. S. WEST, Brit. Freshw. Algae, S. 253.

Syn.: Familie *Confervaceae* BORZI***), Stud. Algologici II, S. 199. — BOHLIN, *Confervales*, S. 48.

Unterscheidende Merkmale.

Einzellig oder fadenförmig vielzellig; selten finden sich mehrere Zellkerne[1]) in einer Zelle. Die Zellwände sind meist fest, von verschiedenartiger Struktur[2]). Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Zoosporen, ferner durch Aplanosporen und Akineten. Geschlechtliche Fortpflanzung durch gleichartige Gameten, die nach den bisherigen Untersuchungen zwei gleiche Cilien haben sollen.[3])

*) Nach dem Botaniker ASKENASY.

**) Oon = Ei, desmos = Band.

***) BORZI führt in dieser Familie nur einen Teil der von WEST hierher gerechneten Gattungen auf.

Anmerkungen.

1) Zellkerne: Mehrere Zellkerne bei *Ophiocytium* (BORZI, BOHLIN).

2) Membranstruktur: Sie ist insbesondere bei *Tribonema* und *Ophiocytium* durch BOHLIN eingehend untersucht. Die Übereinstimmung der Membran von *Tribonema* mit *Microspora* ist nur eine scheinbare. Die chemische Zusammensetzung ist völlig verschieden, indem bei letzterer Gattung Zellulose vorwiegt, bei *Tribonema* wie bei den verwandten Gattungen dieser Familie saure Pektinverbindungen. Die Membran wird durch erhitzte Kalilauge (60 %) leicht zum Quellen gebracht und die zuletzt gebildeten Schichten durch Kongorot 0,1 % in Wasser intensiv rot gefärbt. Die Membran besteht aus Hförmigen Teilen. Jeder dieser Teile ist folgendermaßen gebaut: „In der Mitte findet man eine Mittelpartie, welche aus einer Querplatte und einem mehr oder weniger zylindrischen Teile besteht. Zu beiden Seiten derselben liegen durch Apposition angelagerte, fingerlingförmige Schichten. Die letzte von diesen wird unvollständig, ringförmig und bildet nebst einer wahrscheinlich simultan entstandenen Querwand eine neue Mittelpartie.“*) Auch bei *Ophiocytium* wird die Membran durch ähnliche Apposition gebildet.

3) Fortpflanzung: Vergl. die Übersicht S. 95, Anm. 6 und Fig. 1. — Über die geschlechtliche Fortpflanzung siehe *Tribonema*.

Gattungen: ***Polychloris***, ***Botrydiopsis***, ***Chlorobotrys***, ***Ophiocytium***, ***Tribonema***, ***Bumilleria***.

Polychloris**) BORZI 1892.

BORZI, Alghe d'Acqua dolce della Papuasia raccolte su cranii umani dissepolti. Nuova Notarisia 1892, S. 51.

Symbiotisch im Körper einer Amöbe. Zellen kugelig oder durch gegenseitigen Druck rundlich-eckig. Membran zart, glatt, Chromatophoren zahlreich, klein, scheibenförmig, ohne Pyrenoide. Vegetative Teilung nach drei Richtungen. Zellen jeder Generation gleichförmig, einige dauern im vegetativen Zustand aus, andere bilden Zoosporangien. Zoosporen, 8—16 in jedem Zoosporangium, treten durch eine seitliche Öffnung aus, oval, mit kurzem hyalinen Schnabel, mit einer Cilie und drei bis wenigen Chromatophoren. Cysten wie die vegetativen Zellen, nur mit dickerer Membran.

P. amoebicola BORZI a. a. O.

Veg. Zellen 8—48 μ Durchmesser, Zoosporen 2—4 μ lang.

Vorkommen: Polynesien.

Botrydiopsis***) BORZI 1899.

BORZI, *Botrydiopsis*, Nuovo Genere di Alghe verde. Bolletino della Società Italiana dei Microcopisti 1889. — Studi Algologici II, S. 169, Tab. XV.

Einzellig, kugelig, freischwimmend, Zellhaut zart, farblos, Zellkern zentral, kugelig, ziemlich groß, zahlreiche wandständige scheibenförmige Chromatophoren. Fortpflanzung durch Aplanosporen und durch meist zahl-

*) BOHLIN, *Confervales*, S. 50.

**) Polys = viel, chloros = grüngelb.

***) *Botrydiopsis* = *Botrydium* ähnlich.

reiche Zoosporen (Fig. 1), die wahrscheinlich durch simultane Zellteilung entstehen. Aplanosporen genau kugelförmig, im Innern der Mutterzelle dicht gehäuft, werden durch Verschleimung der Membran frei, wachsen dann und bilden teils Zoosporangien, teils Hypnosporen. Zoosporangien kurz eiförmig, sonst wie die vegetativen Zellen. Zoosporen eiförmig, in einen farblosen Schnabel vorgezogen, mit zwei Cilien, zwei Chlorophoren und mit einem seitlichen Augenpunkt versehen, bilden durch Keimung vegetative Zellen. Hypnosporen mit dickerer Membran, ölreichem, rotem Zellinhalt. Sie keimen langsam und verwandeln sich in Gametangien. Zahlreiche Gameten in der Mutterzelle. Sie werden durch eine seitliche Öffnung frei, sind mit zwei Cilien und einem Chlorophor versehen und kopulieren paarweise. Zygosporen kugelig, rötlich, mit fester, schichtenweise verdickter Zellhaut, die bei der Keimung flüssig wird. Sie gehen bei der Keimung in vegetative Zellen über.

B. arhiza BORZI 1889.

BORZI a. a. O. — Studi Algologici II, S. 170.



Fig. 17.
Botrydiopsis arhiza BORZI.
Vegetative Zelle. $^{600}/_{1}$. (Nach BORZI.)

Vegetative Zellen 30—40 μ Durchmesser, Zoosporen 8—12 μ lang, Hypnosporen 25—30 μ Durchmesser, Zoogameten 4—5 μ lang, Zygosporen 20—30 μ breit (Fig. 17).

Vorkommen.

Von BORZI werden Quellen und beständig von Wasser überrieselte Wände als Fundorte angegeben. An ähnlichen Fundorten habe ich die Alge nie gesehen. Von WEST wird sie für Großbritannien auch nicht angegeben, dagegen ist sie aus Schweden bekannt. Ich beobachtete nur einmal eine Form, die vielleicht hierher gehören könnte, doch scheint mir eine weitere Untersuchung nötig, da sich nur vegetative Zellen fanden, die auch noch in einigen Punkten abwichen. Die Zellen waren 25,5 μ lang, 22,5 μ breit. Im Innern ein ohne Färbung deutlich sichtbarer Zellkern. Zahlreiche wandständige, scheibenförmige Chromatophoren ohne Pyrenoid. Zellhaut fest, rötlich. Fundort: Tümpel bei Winterhude bei Hamburg.

Chlorobotrys*) BOHLIN 1901.

BOHLIN, Étude sur la flore algologique d'eau douce des Açores. Bih. K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 27, Afd. III, n. 4, S. 34. — W. & G. S. WEST, Notes on Freshwater Algae III, Journ. of Bot. XLI, S. 78, 1903.

Familien aus 2, 4, 8 oder 16 Zellen bestehend, in einer großen und homogenen Schleimhülle; seltener sind Einzelzellen. Zellen kugelig

*) chloros = grün, botrys = Traube.

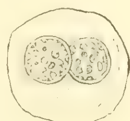
bis zylindrisch mit dicker, kieselsäurehaltiger Zellwand. Wandständige Chromatophoren 6—30. Bisweilen findet sich in jeder Zelle ein deutlicher Pigmentfleck. Vermehrung durch Zellteilung in zwei, später in drei Richtungen, daher sind Familien von 4, 8 oder 16 Zellen sehr regelmäßig, die älteren unregelmäßig. Bei der Zellteilung sind die aneinanderstoßenden Wände der Tochterzellen flach, später werden sie konvexer. Cysten durch Verdickung der Membran aus den vegetativen Zellen gebildet.

Ch. regularis (WEST) BOHLIN 1901.

BOHLIN, a. a. O. S. 34—39, Taf. I, Fig. 9. — W. & G. S. WEST a. a. O. S. 78, Taf. 778, Fig. 7—10.

Syn.: *Chlorococcum regulare* W. WEST 1892 Algae of the English Lake District. J. Roy. Micr. Soc. S. 737, Taf. X, Fig. 55.

Zellen nach WEST 12—19 μ Durchmesser,*) Familien mit der Schleimhülle 34—90 μ. (Fig. 18a, b.)



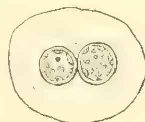


Fig. 18a, b. *Chlorobotrys regularis* (WEST) BOHLIN. 450/1. (Nach WEST.

Vorkommen.

Nach WEST in Großbritannien weit verbreitet und oft in Sphagnum-Tümpeln massenhaft, ferner in Norwegen, Schweiz und Nordamerika. Leider lernte ich diese Art erst im vorigen Jahre kennen. Nach den seitherigen Beobachtungen ist sie in den holsteinischen Mooren ebenfalls häufig.

Ophiocytium**) NÄGELI 1849.

NÄGELI, Einzellige Algen S. 87, Taf. IV A.

Syn.: *Sciadium* A. BRAUN mscr. (1847), Verjüngung (1849—51) S. 200, 278, in KÜTZ., Spec. Alg. (1849) S. 490, Alg. unicell. S. 48.

Literatur: LEMMERMANN, E., Das Genus *Ophiocytium*. Hedwigia XXXVIII (1899) S. 20, Taf. III, IV, 4 Textfig. — BORZI, Studi Algologici II (1895) S. 164, Anm. 11.***)

Festsitzend oder freischwimmend[1]); die festsitzenden Formen bilden nach Hervorbringung der Zoosporen in der Regel doldenförmige Kolonien, die freischwebenden selten.[2]) Einzellig, meist mehrkernig,

*) Nach BOHLIN 10—27 μ.

**) Ophis = Schlange, cytos = Zelle.

***) BORZI gibt eine kleine Monographie dieser Gattung, auf die ich besonders hinweisen möchte, da sie in der LEMMERMANNschen Arbeit nicht berücksichtigt ist.

im erwachsenen Zustande mindestens mehrmals länger als dick[3]), meist mit Ausnahme des häufig angeschwollenen Vorderendes[4]) von gleichem Durchmesser, selten (bei festsitzenden Formen) eingeschnürt bis birnförmig,[5]) von kreisförmigem Querschnitt, gestreckt, gebogen, gewellt oder sehr oft spiralförmig aufgerollt. Zellwand fest, aus einem größeren Teil von geschichteter Struktur[6]) und einem homogenen Deckel bestehend. Die Zelle ist entweder auf beiden Enden abgerundet oder der größere Teil abgestutzt, oder sie ist an einem oder beiden Enden mit Anhängen, Stacheln oder Knöpfchen versehen.[7]) Chromatophoren plattenförmig, an beiden Enden ausgeschnitten (H förmig), blaßgrün, oft schwach sichtbar[8]). Öltröpfchen oft deutlich.[9]) Ungeschlechtliche Fortpflanzung[10]) durch Zoosporen und Aplanosporen. Die Zoosporen entstehen in verschiedener Zahl durch simultane Teilung des Zellinhalts. Sie besitzen zwei Cilien (von denen wahrscheinlich die eine länger ist). Aplanosporen entstehen ebenfalls in wechselnder Zahl, selten in der Einzahl (Vollzellbildung). Beide Arten von Sporen werden durch Abspringen des Deckels frei. Geschlechtliche Fortpflanzung ist noch nicht beobachtet.



Fig. 19.
Ophiocytium Arbuscula (A. BRAUN) RABENHORST. Entwickelte Familie. 300/1. (Nach BRAUN.)

Anmerkungen.

1) Befestigung: Auch die hier als freischwimmend bezeichneten Formen haften oft mit den Zellfortsätzen in Algengemischen fest. A. BRAUN gibt dies z. B. für *O. cochleare* an. Damit hängt auch wohl das relativ sparsame Vorkommen im Plankton zusammen.

2) Koloniebildung: Sie tritt dadurch ein, daß die aus der Mutterzelle entschlüpfenden Sporen sich an der Öffnung festsetzen, hier auswachsen und mitunter zu Mutterzellen einer 4. Zellgeneration werden (Fig. 19). Selten beobachtet man Kolonien, bei denen der Deckel der Mutterzelle noch nicht abgefallen ist (Fig. 24 c). Es kann auch vorkommen, daß die Zoosporen einer Zelle sich auf einer noch geschlossenen Nachbarzelle niederlassen.*)

*) In den Abbildungen von *Sciadium Ilkae* von VON ISTVANFFI und *Sciadium Arbuscula* var. *Balatonis* VON ISTVANFFI sind die Mutterzellen in beiden Fällen geschlossen dargestellt, was vielleicht nur eine Ungenauigkeit der Zeichnung ist (Fig. 22 c, 23).

Auch bei den freischwebenden Formen wurde bereits von NÄGELI und PRINGSHEIM Koloniebildung beobachtet.*) Da diese Fähigkeit der einzige durchgreifende Unterschied zwischen *Ophiocytium* und *Sciadium* ist, war es gerechtfertigt, daß RABENHORST**) beide Gattungen vereinigte, nachdem bereits A. BRAUN selber erklärt hatte, daß sich die Trennung nicht durchführen lasse. Hinweisen möchte ich auf eine Beobachtung von REINSCH***). „Bei *Ophiocytium* unterbleibt die Verfestigung der aus der stumpfen Spitze der Mutterzelle ausgetretenen Tochterzellgonidien, sie fallen baldigst ab mit ihrer stark verjüngten Basis und bringen in diesem freien Zustande, in dem man sie fast immer antrifft, eine neue Generation ausschwärmender Gonidien oder vielleicht auch ein neues Tochtercoenobium hervor. Ich bin wenigstens in mehreren Fällen *Ophiocytium*kolonien begegnet, bei denen die Lage junger Tochterzellen an einer alten entleerten eine solche Annahme begünstigt. Jedenfalls zeigt schon die unsymmetrische Ausbildung der Zellpole des *Ophiocytium*, daß ein derartiger *Sciadium*-ähnlicher Zustand vorhanden ist.“ Nach dieser Auffassung würde die Koloniebildung bei *Ophiocytium* eine häufigere Erscheinung sein, die nur wegen ihrer kurzen Dauer nicht oft zur Beobachtung kommt. Ich glaube nicht, daß diese Auffassung richtig ist. Dazu sind die Beobachtungen koloniebildender, freischwimmender *Ophiocytium*-Arten doch zu selten im Verhältnis zu der Unzahl von Einzelindividuen. Anders ist es allerdings, wenn wir die als *Sciadium* beschriebenen Arten nur als Zustände der *Ophiocytium*-Arten auffassen, wie es z. B. BORZI tut. Dazu aber sind die in Betracht kommenden Fragen noch zu wenig geklärt. Mir scheint es, daß die Seltenheit freischwebender koloniebildender *Ophiocytium*-Formen damit zusammenhängt, daß bei den freischwebenden die Reproduktion durch Aplanosporen die durch Zoosporen überwiegt.



Fig. 20. *Ophiocytium maius* NÄGELI. (*O. variabile* BOHLIN. 375/1.) (Nach BOHLIN.)

3) Jugendform: Im Jugendzustande ist die Zelle birnförmig oder eiförmig. Die Dicke der Zelle bleibt beim Wachstum ziemlich unverändert. Vielleicht ist deshalb die Zelldicke systematisch verwertbar.

4) NÄGELI hat gerade die umgekehrte Bezeichnung der Enden.

5) Vergl. *Characiopsis pyriformis* (S. 103).

6) Bereits NÄGELI unterschied bei *Ophiocytium maius* zwei Schichten der Membran. BOHLIN gibt eine genauere Beschreibung und Deutung derselben (Fig. 20). Die

Auch FRANCÉ (Österr. Bot. Zeitschr. 1893, S. 347, Textfig. 1) bildet einen Teil einer *Sciadium*-Kolonie ab, deren Mutterzelle geschlossen dargestellt ist. Auffälligerweise wird trotzdem kein Zellinhalt gezeichnet, während er bei den Tochterzellen Hauptgegenstand der Darstellung ist. Auch die Zeichnung der Befestigung der Stiele der Tochterzellen ist ungenau. Über die Chromatophoren siehe Anm. 8. Ebenso ist die Zeichnung a. a. O., Taf. XIII, Fig. 1, auffällig. Die Begrenzungslinie der Mutterzelle, wo der Deckel abspringt, ist zwar angegeben, aber die Mutterzellmembran hört nicht auf, sondern geht noch fast um eine Zellbreite über diese Linie hinaus, und auf dieser Verlängerung sitzen erst die Tochterzellen.

*) A. BRAUN, Alg. unicell. S. 53.

**) RABENHORST, Flora europaea III, S. 68.

***) Das Protococcaceen Genus *Actidesmium* Flora 1891, S. 457 Anm.

Membran bildet sich in ähnlicher Weise wie bei *Tribonema* (Fig. 33) durch Apposition von schrägen Schichten. Diese Schichten setzen sich nach hinten je in eine sehr dünne Lamelle fort, welche bis an das Hinterende der Zelle geht. Diese dünnen Lamellen bilden zusammen die innere homogene Partie der Membran. Der Deckel ist an seiner Verbindungsfläche mit dem Hauptteil der Zelle zugeschärft und von etwas größerem Durchmesser als die Zelle. Entdeckelte Zellen sind häufig.

Zellanhänge: Über die systematische Wichtigkeit der Zellanhänge gehen die Ansichten sehr weit auseinander. Während LEMMERMANN ihre Beschaffenheit seiner Sektionseinteilung bei den nicht festsitzenden Arten zugrunde legt, mißt ihnen BORZI gar keinen systematischen Wert bei. BORZI geht dabei von der Ansicht aus, daß die Zellanhänge aus den Cilien der Zoosporen entstehen.*) Konsequenterweise nimmt er daher an, daß die durch Keimung aus unbeweglichen Sporen (Aplanosporen) entstandenen Individuen keine Zellfortsätze haben. Nach seiner Ansicht stellen also die bewehrten und die unbewehrten Formen nur durch die Entwicklungsgeschichte bedingte Modifikationen derselben Art dar. Die an den beiden Enden mit Anhängen versehenen Individuen erklärt BORZI für abweichende Formen, die durch die Fusion zweier Zoosporen entstanden seien. Er reduziert daher alle bekannten *Ophiocytium*- (inkl. *Sciadium*)-Spezies auf drei, wozu zwei neue kommen, deren Zellanhänge er gar nicht erwähnt.

Die Annahme BORZIs, daß die aus unbeweglichen Sporen hervorgegangenen Individuen keine Zellanhänge haben, ist falsch. Bereits A. BRAUN*) zitiert eine Beobachtung PRINGSHEIMs, wonach innerhalb der geöffneten Mutterzelle von *O. cochleare* „Keimpflanzen" der innerhalb der Zelle zurückgehaltenen „Gonidien" hintereinander liegen mit dem „Stiel" nach der Zellöffnung. Es handelt sich augenscheinlich um Aplanosporen, wie sie BOHLIN abbildet.**) Ein ausgebildeter Stiel ist allerdings bei dieser Art nicht vorhanden, sondern nur eine Andeutung. Der Stiel oder Stachel entwickelt sich erst nachträglich durch Wachstum.***) Bei *O. maius* bildet BOHLIN †) ebenfalls Aplanosporen ab, und zwar eine in jeder Zelle (Vollzellbildung). Hier sind die Aplanosporen mit einem wohlausgebildeten Zellanhang versehen, der nach der Öffnung der Mutterzelle zu gerichtet ist. Durch diese Beobachtungen wird die Annahme BORZIs, daß die stachellosen Formen nur eine durch die Entwicklungsgeschichte bedingte Modifikation der mit Zellanhängen versehenen Arten darstellen, hinfällig.

Es ist nun noch die Frage zu erörtern, inwiefern die Stielbildung mit den Cilien der Zoosporen in Zusammenhang steht. Diese Frage läßt sich schon deshalb schwer beantworten, weil die Cilien der Zoosporen überhaupt noch nicht bekannt sind. Auch die erwähnten Anhänge bei den Aplanosporen könnten mit den Cilien in Verbindung gebracht werden. Dieses ist aber nach BOHLIN ††) nicht wahrscheinlich. Am ehesten könnte man noch bei den koloniebildenden Arten †††) an eine solche Beziehung denken, da hier der Stiel sehr oft verhältnismäßig zierlich ist und bei den Keimpflanzen bereits annähernd seine definitive Länge erreicht hat. Doch scheint mir, daß sowohl die Bildung der Zellanhänge bei den Aplanosporen wie auch die Entstehung der Stacheln auf den Deckeln der Zellen auf

*) A. BRAUN, a. a. O. S. 107.

**) *Confervales* Taf. II, Fig. 54.

***) G. S. WEST, Brit. Freshw. Alg. S. 255, C—G.

†) a. a. O. Taf. II, Fig. 47, 51, 55.

††) a. a. O. S. 42.

†††) Insbesondere auch bei *O. Lagerheimii*.

Wachstumsvorgänge zurückzuführen ist. Sicheres wird sich allerdings nur durch Reinkulturen beweisen lassen. Daß aber das Fehlen oder die verschiedenartige Entwicklung der Zellanhänge wirklich systematisch so wichtig ist, wie es z. B. von LEMMERMANN angenommen wird, halte ich schon wegen der großen Differenzen innerhalb der von ihm aufgestellten Arten nicht für wahrscheinlich.

Daß die Ausbildung der Haftscheibe kein spezifisches Merkmal ist, zeigt z. B. die Abbildung von *O. cochleare* var. *umbelliferum* in BOHLIN, *Confervales* Taf. II, Fig. 53, bei der die Mutterzelle einen Stachel, die Tochterzellen aber Haftscheiben zeigen. Andererseits haben die Tochterzellen bei *O. capitatum* var. *umbelliferum* (BOHLIN, a. a. O. Fig. 58) an den Anheftungsstellen keine Scheibe, sondern die normalen Stacheln. Ebenso ist es wohl fraglich, ob das Vorhandensein eines Knöpfchens ein konstantes Merkmal ist. Bereits NÄGELI bildet bei *O. maius* Formen mit Knopf und mit Stachel ab. „Der Stachel endigt bei *O. maius* meist in ein rundliches Knöpfchen, welches anfänglich farblos, nachher gelblich oder bräunlich ist. Zuweilen mangelt das Knöpfchen ganz. Der Stachel ist zuerst gerade, zeigt jedoch in seinem Verlaufe eine scheinbare Gliederung; nachher ist er bis zu dieser Stelle zurückgebrochen; zuletzt fällt der obere Teil ab.*) Zuweilen ist der ganze Stachel zurückgebogen.“ (Fig. 21.) Wie einerseits bei *O. maius* knöpfchenlose Anhänge vorkommen, so hat A. BRAUN bereits bei *O. cochleare* angegeben, daß sich selten ein kaum sichtbares, hyalines Knöpfchen finde. Gehören diese Arten wirklich zu einer Art, so läßt sich die LEMMERMANNsche Einteilung der Sektionen nicht aufrecht erhalten, da man dann eine Art bald zu der einen, bald zu der anderen Sektion rechnen muß. Freilich, wenn man die Beschaffenheit der Zellanhänge als erstes Einteilungsprinzip gelten läßt, wird man in dieser Hinsicht keine Schwierigkeiten haben. Ob man aber durch strenge Betonung dieser morphologischen Verhältnisse gute Arten erhält, scheint mir fraglich. Da es aber überhaupt an guten diagnostischen Merkmalen fehlt, habe ich die auf Grund der Beschaffenheit der Zellanhänge aufgestellten Arten vorläufig beibehalten. Von den meisten Autoren ist auf die Zellanhänge augenscheinlich kein besonderer Wert gelegt. So bildet WEST *O. cochleare* mit Knöpfchen, *O. maius* mit einfachem Stachel ab. Die zweistacheligen Arten, *O. bicuspidatum* und Formen von *O. capitatum*, wurden ursprünglich als Varietäten von *O. maius* bezw. *O. cochleare* beschrieben, und bei *O. parvulum* ist schon A. BRAUN sehr im Zweifel, ob es nicht nur eine Form von *O. cochleare* sei.

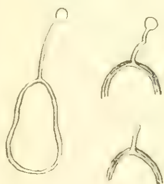


Fig. 21 a—c.
a. Links: Keimpflanze von *Ophiocytium maius* NÄG. mit normalem Knöpfchen. b. Rechts oben: desgl., Stiel des Knöpfchens eingeknickt. c. Der Stiel ist an der Biegung abgebrochen. 600/1. (Nach NÄGELI.

Was die Färbung des Knöpfchens angeht, so rührt sie wohl von einer Eiseneinlagerung her. Bei den festsitzenden Formen findet auch eine Anlagerung statt, welche eine wesentliche Vergrößerung der Haftscheibe herbeiführt. Die Stiele der Tochterzellen bei den koloniebildenden Formen zeigen oft so reichliche Ausscheidungen, daß der obere Teil der leeren Mutterzelle davon ausgefüllt ist (Fig. 19).

Chromatophoren: FRANCÉ (a. a. O. S. 347) deutet die Chromatophoren als Spiralbänder wie bei *Spirotaenia*. Daß er diese Bänder wirklich gesehen hat, geht aus seiner Arbeit nicht hervor. Ich habe solche Bänder nie gesehen.

*) Solche Zellen mit abgebrochenem Knöpfchen wurden noch in letzter Zeit von mir häufig beobachtet.

9) Da das Vorhandensein von Öl für die ganze Klasse charakteristisch ist, kann es nicht zur Speziesunterscheidung dienen. Aus diesem Grunde ist die Einteilung LEMMERMANNs nicht aufrecht zu erhalten. Auffällig erscheint mir, daß auch G. S. WEST das Vorhandensein von Öl als Charakteristikum einiger Arten bezeichnet, nachdem er doch für die ganze Klasse festgestellt hat, daß das Produkt des Assimilationsprozesses Öl ist. Es ist allerdings zu bemerken, daß bei einer Anzahl Formen Öl bisher nicht beobachtet ist.*) Trotzdem scheint es mir aber durchaus nicht gerechtfertigt, diese Tatsache als Grundlage für die Bestimmung zu benutzen. Denn wenn man dem Vorhandensein oder Fehlen des Öls besondere Wichtigkeit beilegt, wird man leicht dazu kommen, Formen unter einem Namen zu vereinigen, die man sonst vielleicht getrennt hätte oder aber nur auf Grund dieses Merkmals Arten aufrecht zu erhalten, die man sonst vereinigen würde. Von dieser Grundlage ausgehend wird man z. B. stets finden, daß *O. maius* Öl enthält, denn wenn es kein Öl enthält, ist es eben *O. variabile,* das sich sonst nicht unterscheidet. Was *O. cochleare* anbetrifft, so erwähnt NÄGELI kleine kugelige Körper, welche zuweilen vorkommen und wahrscheinlich Öltröpfchen sind. A. BRAUN dagegen betont das Fehlen des Öls. Kommen aber Formen zur Beobachtung, die ihrer Zelldicke nach zu *O. cochleare,* des Ölgehalts wegen zu *O. maius* zu rechnen sind, so gewinnt die Frage, ob das Vorhandensein des Öls in erster Linie zu berücksichtigen ist, prinzipielle Bedeutung. Nach dem oben Gesagten scheint mir kein hinreichender Grund, dem Vorhandensein des Öls irgendwelche Bedeutung beizumessen. Ich habe deshalb die Arten und Formen, die nur durch dieses Merkmal voneinander abweichen, vereinigt.

10) Fortpflanzung: Es ist mir leider nie gelungen, den Austritt der Zoosporen zu beobachten. Nach G. S. WEST sind es acht. FRANCÉ**) gibt für *O. Arbuscula* sechs an, LEMMERMANN sagt in bezug auf diese Notiz, daß die Zahl nicht immer dieselbe sei. Er gibt aber keine Zahl an, und aus seinen Worten geht auch nicht hervor, ob er die Zoosporen bei einer anderen als der genannten Art beobachtet hat. Über die Zoosporen selbst sagt er, daß sie birnförmig seien und zwei Cilien besitzen, mit deren Hilfe sie eine Zeitlang umherschwärmen. Eine Abbildung wird leider nicht gegeben, was um so bedauerlicher ist, als die einzige Abbildung von A. BRAUN sehr der Bestätigung bedarf. BRAUN sagt selbst, daß er die beweglichen Sporen nicht habe austreten sehen, sondern nur in der Kultur freischwimmend gefunden und sie als zu *Sciadium* gehörig angesehen habe, weil sich außer dieser Gattung nur *Vaucheria* in der Kultur fand. Die Zeichnung von HANSGIRG im Prodromus, Fig. 63, gibt nichts anderes als BRAUN auf Taf. IV in Fig. 7, 9, 11 dargestellt hat, sogar in auffälliger Übereinstimmung. Für den Fall, daß die abgebildete Schwärmzelle wirklich zu *Sciadium* gehört, scheint die Möglichkeit näher zu liegen, daß es sich um einen Gameten handelt (s. unten). G. S. WEST führt an, daß Gameten bisher nicht beobachtet seien. Dies ist richtig, doch beobachtete BOHLIN

*) Es ist dies ja durchaus nicht verwunderlich, da ein stärkeres Auftreten des Öls zweifellos von äußeren Bedingungen abhängig ist. So findet es sich bei manchen Gattungen der Klasse vornehmlich in den Ruhestadien.

**) FRANCÉ hat die Zoosporen aber anscheinend nicht selbst beobachtet. S. 347 schreibt er a. a. O., daß die Schwärmsporen sich meist zu acht am oberen Ende der Mutterzellen festsetzen, doch beobachtete er auch Kolonien mit 5 Zellen, S. 348: „es ist bekannt, daß bei der Schwärmsporenbildung aus einer Zelle sechs Schwärmsporen entstehen.“

bei *O. parvulum* innerhalb der Mutterzelle Schwärmzellen mit rotem Augenfleck, die möglicherweise Gameten sind.*)

Über das Schicksal der Zoosporen ist ebenfalls wenig bekannt. LEMMERMANN gibt nur an, daß sie eine Zeitlang umherschwärmen und daß sie sich bei einigen Arten an der Mündung der Mutterzelle festsetzen. Das letztere ist der Fall bei *Sciadium*. Wie steht es aber mit den freischwebenden Arten? Daß bei diesen Zoosporen auftreten, scheint mir aus den koloniebildenden Formen hervorzugehen. A. BRAUN ist der Ansicht, daß die Fortpflanzung durch solche beweglichen Sporen wegen des vorwiegend vereinzelten Auftretens der *Ophiocytium*-Individuen die Regel sei und „diese sich schließlich freiwillig festsetzen". Danach würden also auch die als freischwebend bezeichneten Arten, insofern sie aus beweglichen Sporen hervorgegangen sind, wenigstens zeitweise festsitzen (vergl. Anm. 1, S. 110). Für die Entstehung der Zellfortsätze am hinteren Ende ist diese Frage von Wichtigkeit. Nach meinen Beobachtungen halte ich es nicht für wahrscheinlich, daß das Gros der freischwebenden Formen diese Entwicklung durchmacht. In manchen Funden, wo solche Formen massenhaft vorkamen, waren gerade die jungen Pflanzen nicht festgewachsen, während die älteren oft mit ihren Zellfortsätzen an anderen Algen oder im Schleime festhafteten. Ich glaube nicht, daß es sich hier um eine spontane Anheftung handelt. Haftscheiben, die durch Eisenausscheidungen verbreitert sind, habe ich nicht beobachtet.

Bei den freischwebenden Formen erfolgt die Fortpflanzung wohl hauptsächlich durch aplanosporenähnliche Zellen, die wieder zu freischwebenden Individuen auswachsen. Bereits NÄGELI ist der Ansicht, daß die Sporen unbeweglich sind, da er mehrfach beobachtete, daß die jungen Individuen häufig zu 4—8 genähert sind.**) A. BRAUN hält dieses Zusammenhalten der jungen Pflänzchen für eine sehr seltene Erscheinung, die durch verfrühte Erschlaffung der Bewegungsfähigkeit der Zoogonidien bedingt wird. Die Aplanosporen zeigen einen verschiedenen Grad der Entwicklung. Jedenfalls fehlen ihnen die Cilien, und ihre Ausstoßung muß auf mechanische Vorgänge zurückgeführt werden. Die Zahl schwankt zwischen 1—16 (nach LEMMERMANN). Diese Aplanosporen entwickeln sich freischwebend.***) Es wäre von Interesse, nachzuweisen, ob auch die gewöhnlich festsitzenden Arten Aplanosporen bilden.

Schlüssel der Arten.

Bei der schlechten Umgrenzung der Arten ist es natürlich nicht möglich, genaue Unterscheidungsmerkmale anzugeben, doch scheint es mir untunlich, alle Arten zusammenzuwerfen.

Koloniebildend.

Kolonien festsitzend (= Section *Sciadium*).

Zellen auf dem Deckel ohne Anhang.

Stiel bis 3 μ lang, Zelle 3—5 μ dick, Tochterzellen meist kürzer als die Mutterzelle (Fig. 19, 22, 24).......... *O. Arbuscula.*

---

*) LAGERHEIM beobachtete derartige Sporen auch schwärmend, ohne allerdings die Beschaffenheit der Cilien festzustellen.

**) Einzellige Algen S. 89, Taf. IV d, e.

***) Nach den Zeichnungen von G. S. WEST, Journ. of Bot. XXXVII, Taf. 394, Fig. 18—12, scheint allerdings auch ein Festwachsen von Aplanosporen-Keimpflanzen vorzukommen (s. oben).

Stiel 5 μ lang, Zelle 5 μ dick, Tochterzellen ungefähr so lang wie die Mutterzelle (Fig. 23) .... *O. Ilkae.*

Stiel 10—16 μ lang, Zelle 5—7 μ dick (Fig. 24) . . *O. gracilipes.*

Zelle auf dem Deckel mit Stachel (Fig. 22 b) . . . . *O. mucronatum.*

Kolonien freischwebend.

Tochterzellen auf der Öffnung der Mutterzelle sitzend.

Zellen auf dem Deckel ohne Anhang *O. cochleare* forma *umbelliferum.*

Zellen auf dem Deckel mit Stachel *O. capitatum* forma *umbelliferum.*

Gleichaltrige Zellen durch Verwachsung der Stiele koloniebildend *O. Lagerheimii.*

Einzellebend.

Zelle nur am Hinterende mit einem Anhang versehen.

Zelle 8—21 μ dick, Anhang meist knöpfchenförmig (Fig. 25) *O. maius.*

Zelle 5—8 μ dick, Anhang meist stachelförmig, 1—12 μ lang (Fig. 26) .... *O. cochleare.*

Zelle 3—5 μ dick, Anhang sehr lang, 16—50 μ lang (Fig. 31) *O. Lagerheimii.*

Zelle auch auf dem Deckel mit stachelförmigem Anhang.

Zelle 2,7—10 μ dick (Fig. 27—29) .... *O. capitatum.*

Zelle 12—15 μ dick .... *O. bicuspidatum.*

Zelle ohne Anhänge (Fig. 30) .... *O. parvulum.*

I. Sect. ***Sciadium****) A. Braun 1855.

A. Braun, Alg. Unicell. S. 107 (Anm. S. 53).

Syn.: Sect. *Stipitatae* Lemmermann, Hedwigia 1899 S. 26. — *Sciadium* A. Braun (als Gattung) a. a. O. S. 48.

Auf Wasserpflanzen festsitzend, Knöpfchen des Stiels oft durch Eisenausscheidungen braun gefärbt und oft eine breite Haftscheibe bildend. Die Zoosporen setzen sich an der Mündung der entdeckelten Mutterzelle fest. Die Stiele scheiden bei fortschreitendem Wachstum ebenfalls oft Eisen aus, welches den der Öffnung benachbarten Teil der Mutterzelle ausfüllen kann. Familien mitunter aus vier Generationen bestehend.

O. Arbuscula (A. Braun) Rabenhorst 1868.

Rabenhorst, Flora Europaea Alg. III, S. 68.

Syn.: *Sciadium Arbuscula* A. Braun mscr. 1847, Verjüngung (1849—51) S. 200, 278. Alg. Unicell. 1855, S. 49, Taf. IV.

*) *Sciadium* (sciadion) = Sonnenschirm.

Zellen gerade oder gekrümmt, selten wellenförmig gebogen,*) 3—5 μ**) dick, die längste beobachtete Mutterzelle 122 μ lang (nach A. BR. bis 77 μ, nach HANSGIRG bis 45 μ), Stiel kurz, 2—3 μ lang. Eisenausscheidungen meist stark entwickelt (Fig. 19), können aber auch ganz fehlen (Fig. 22a, 24b, c).

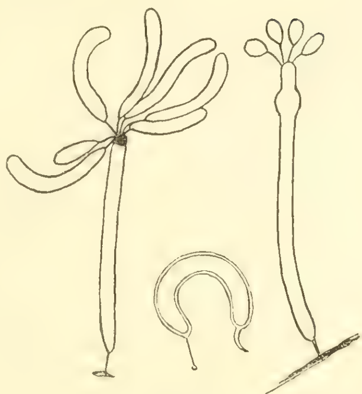


Fig. 22 a—c.
a. *O. Arbuscula* (A. BR.) RABENH. 300/1. Eppendorfer Moor. b. *O. mucronatum* (A. BR.) LEMMERMANN. 700/1. Hostrup-See. c. *O. Arbuscula* var. *Balatonis* (V. ISTVANFFI). 450/1. (Nach V. ISTVANFFI.)

Vorkommen.

Im Gebiet wurden nur aus zwei Generationen bestehende Familien beobachtet,***) zerstreut, meist in Tümpeln und Teichen, auch einmal in fließendem Wasser.

Hamburg-Altona: Othmarschen, Eppendorfer Moor, Winterhude. Ahrensburg: Timmerhorn, Schmalenbeker Teiche. Quickborn: Moorbach bei Lutzhorn. Bordesholm: Bordesholmer See. Plöner Gebiet: Kl. Ukleisee, nur einmal zwischen anderen Algen (LEMM.). Süderbrarup: Dollrottholz. Sylt: Wenningstedt (Mutterzelle wellenförmig gebogen, 122 μ lang, 4,5 μ dick, Tochterzellen 47 μ lang, geöffnet. Stiel ca. 3 μ lang). — Sonstige Verbreitung: Kosmopolit.

Beobachtungszeit: März bis Oktober.

Var. **Balatonis** VON ISTVANFFI.

Syn.: *Sciadium Arbuscula* var. *Balatonis* VON ISTVANFFI Balaton-See, II. Teil, 1. Sekt., 1897 (ungarisch) S. 117, 1898 (deutsch) S. 124, Fig. 15. — *O. Balatonis* (V. ISTV.) LEMMERMANN 1899, Hedwigia XXXVIII, S. 38.†)

*) WEST, Journ. of Bot. XXXVII, S. 107, erwähnt Kolonien, bei denen die Zellen so stark aufgerollt waren wie bei *Ophiocytium cochleare*.

**) Da G. S. WEST als Grenze 8 μ angibt, scheint er *O. gracilipes* mit hierher zu rechnen.

***) Im benachbarten Hannover, in einem Heidetümpel bei Buchholz, wurden dagegen zahlreiche Kolonien, welche aus drei Generationen bestanden, beobachtet. Die Zellen hatten nur einen Durchmesser bis 3 μ. Vielleicht sind sie daher mit *O. gracillimum* BORZI identisch.

†) Ob die Anschwellung wirklich ein konstantes Merkmal ist, dazu bedarf es wohl weiterer Beobachtungen (s. S. 119, Anm.).

Zellen dicht unter dem Gipfel rundlich angeschwollen, 5 μ dick, 100 μ lang (Fig. 22c).

Im Gebiete nicht beobachtet (s. S. 119, Anm.).

O. Ilkae (VON ISTVANFFI).

Syn.: *Sciadium Ilkae* VON ISTVANFFI Balaton 1897 (ungarisch) S. 118, Fig. 16, 1898 (deutsch) S. 124, Fig. 16. — *O. gracilipes* A. BRAUN var. *Ilkae* (V. ISTV.) LEMMERMANN Hedwigia 1899, S. 38.

Einfach doldenförmig, Zellen leicht gebogen oder sehr selten unregelmäßig gekrümmt, am Gipfel stumpf abgerundet, 5 μ dick, 100—120 μ lang; Stiel an Länge der Dicke der Zelle gleichend, 5 μ lang, hyalin (Fig. 23).



Fig. 23.
O. Ilkae (V. ISTVANFFI). 225/1. (Nach V. ISTVANFFI.)

LEMMERMANN betont mit Recht, daß die Länge der Zellen kein systematisch verwertbares Merkmal sei. Auch ich glaube nicht, daß *O. Ilkae* eine gute Art ist. Aber da wir in dieser Gattung überhaupt nicht wissen, was eine gute Art ist, lasse ich sie einstweilen als Art bestehen. Wenn LEMMERMANN sie zu *O. gracilipes* rechnet, so scheint mir, daß man sie mit größerem Recht zu *O. Arbuscula* zählen könnte. Die Kürze des Stiels spricht für die letztere. Hinsichtlich der Zelldicke steht *O. Ilkae* gerade auf der Grenze, und was die Fähigkeit zur Bildung zusammengesetzter Kolonien angeht, so ist diese ebensowenig als spezifisches Merkmal verwertbar.

Vorkommen: Im Gebiete nicht beobachtet. Die auf Sylt gefundene Form von *O. Arbuscula* steht ihr allerdings im Habitus sehr nahe.

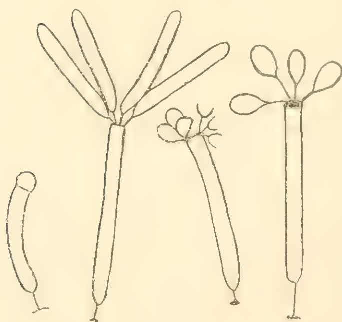


Fig. 24 a—d.
a. *O. gracilipes* (A. BRAUN) RABENHORST. Eppendorfer Moor. 700/1. b. *O. Arbuscula* (A. BR.) RABENH. Othmarschen. 610/1. c. *O. Arbuscula* (A. BR.) RABENH. Dollrottholz. d. *O. gracilipes* (A. BR.) RABENH. Eppendorfer Moor. 700/1.

O. gracilipes (A. BRAUN) RABENHORST 1868.

RABENHORST, Flora Eur. Alg. III, S. 68.

Syn.: *Sciadium gracilipes* A. BRAUN 1855, Alg. unicell. S. 107. — BOHLIN, *Confervales*, K. Sv. Vet.-Ak. Handl., Bd. XXIII, Afd. III, n. 3, Taf. 1, Fig. 27—32, 35, 39—40; Taf. 2, Fig. 59—60. — BORGE, Süßwasser-Chlorophyceen. Bih. till K. Sv. Vet.-Akad. Handl., Bd. XIX, Afd. III, n. 5, Taf. 1, Fig. 2.

Zelle 5—7 μ dick, bis 98 μ lang. Stiel 10—16 μ lang. Mit *O. Arbuscula* sehr nahe verwandt. Bisher nur aus zwei Generationen bestehende Familien beobachtet.

Vorkommen.

Hamburg: Eppendorfer Moor (Fig. 24 a. d.). Bramfelder Teich. Ahrensburg: Moor östlich des Ortes (Mutterzellen 7,5 μ dick, 62 μ lang, Tochterzellen 6,7 μ dick, 37 μ lang, Stiel der letzteren bis 10,5 μ lang). Plön: Lebrader Teich (LEMM.). Sonstige Verbreitung: Kosmopolit.

Forma **constrictum** (LEMM.).

Syn.: *O. constrictum* LEMMERMANN 1899. Hedwigia XXXVIII, S. 28, Taf. III, Fig. 1, 2.

Zelle 5—6 μ dick, Stiel 10—19 μ lang. Zellen keulenförmig, etwas unter der Spitze leicht eingeschnürt.*)

Vorkommen.

Hamburg: Eppendorfer Moor.

O. mucronatum (A. BRAUN) RABENHORST 1868.

RABENHORST, Flora Eur. Alg. III, S. 68. — LEMMERMANN, Hedwigia XXXVIII, S. 28.

Syn.: *Sciadium mucronatum* A. BRAUN, Alg. unicell. S. 107.

Nach A. BRAUN (a. a. O.) gehört hierher vielleicht *O. cochleare β. mucronatum* (A. BRAUN a. a. O. S. 54), welche Form nach LEMMERMANN aber zu *O. capitatum* WOLLE zu rechnen ist. LEMMERMANN gibt an, daß das Original zu *O. mucronatum* (A. BR. im Berliner Herbar nicht mehr vorhanden sei. Nach BORZI (Stud. Algolog. II, S. 166, Anm.) findet es sich aber im Herbarium MENEGHINI und ist von ihm untersucht worden. Er erklärt diese Art für synonym mit *O. Arbuscula*. Über die Zellfortsätze sagt BORZI nichts, da er auf ihr Vorhanden- oder Nichtvorhandensein, wie gesagt, keinen Wert legt.

Zellen gerade oder gekrümmt mit Stachelspitze, Stiel so lang wie der Durchmesser der Zelle. Zelle 5—6,7 μ dick, Stiel 5—6,7 μ lang, Knöpfchen klein, rund, braunrot, Stachel etwas kürzer als der Stiel. Familien aus zwei Generationen bestehend.

Vorkommen.

Bisher beobachtete ich nur ein einziges Exemplar, das hierher zu gehören scheint, leider war es keine Zellfamilie. Kreis Apenrade,

*) Nach den Zeichnungen LEMMERMANNs würde ich eher sagen: „Hauptteil der Zelle unter dem Deckel angeschwollen." Damit ist auch vielfach eine Verjüngung der Zellmitte verbunden. Ähnliches beobachtete ich auch bei *O. Arbuscula* (vergl. auch FRANCÉ a. a. O. S. 347). Es scheint mir nur ein Wachstumsvorgang vorzuliegen, der das Abwerfen des Deckels einleitet. So erklärt es sich auch, daß bei den geöffneten Zellen in den Zeichnungen LEMMERMANNs die Einschnürung verschwunden ist. Ähnlich ist auch wohl die Anschwellung bei *O. Arbuscula* var. *Balatonis* zu erklären.

Hostrup-See: mit anderen Algen im schleimigen Überzug von *Lobelia Dortmanna*; Zelle sichelförmig, 5,7 μ dick, am Grunde mit einem 7,5 μ langen Stiel versehen, der in einem winzigen Knöpfchen endigt. An der Spitze ein aufwärts gebogener Stachel, etwas kürzer als der Stiel (Fig. 22b).

II. Sect. ***Brochidium****) A. BRAUN 1855.

A. BRAUN, Alg. unic. S. 107.

Syn.: *Brochidium* PERTY, Kleinste Lebensformen (als Gattung), 1852, S. 215, Taf. 16, Fig. 6. — Sect. *Capitatae, Apiculatae, Biapiculatae, Rotundatae.* LEMMERMANN 1899, Hedwigia XXXVIII, S. 21.

Individuen meist freischwimmend oder lose an anderen Algen oder im Detritus haftend, selten koloniebildend, dann aber die Mutterzelle freischwebend. Zelle zylindrisch, gestreckt oder sichelförmig, kreisförmig, S-förmig bis schneckenförmig gebogen, Zellfortsätze vorhanden oder fehlend.

O. maius NÄGELI 1849.

NÄGELI, Einz. Algen S. 89, Taf. IV, A 2.

Syn.: *O. variabile* BOHLIN 1897 *Confervales* S. 32. — LEMMERMANN, Hedwigia 1899, S. 29, Taf. III, Fig. 6. — ? *O. maximum* BORZI, Stud. Algol. II, S. 166. — *O. maius* var. *gordianum* SCHAARSCHMIDT, Nuova Notarisia 1887, S. 241. — LAGERHEIM, Chlorophyceen aus Abessinien und Kordofan. Nuova Notarisia 1893, S. 153.

Literatur: A. BRAUN, Alg. Unic. S. 53. — LEMMERMANN a. a. O. S. 29, Taf. III, Fig. 3—5.



Fig. 25. *O. maius* NÄGELI 300/1. (Nach NÄGELI.)

O. variabile BOHLIN wird von dem Autor ohne Knöpfchen abgebildet. LEMMERMANN, der das Originalmaterial untersuchte, betont das Vorhandensein eines Knöpfchens und macht darauf aufmerksam, daß die Art *O. maius* sehr nahe stehe und sich nur durch den Mangel an Ölkugeln unterscheide. Da dies Merkmal keinen spezifischen Wert besitzt, sind beide Arten zu vereinigen. Was *O. maximum* BORZI anbetrifft, so scheint es sich nach der kurzen Beschreibung auch nur um besonders dicke Formen dieser Art zu handeln.

Zellen meist wenig gebogen oder sichelförmig, seltener eingerollt, der Deckel stets ohne Fortsatz, die Basis gestielt, Stiel mit einem mehr oder weniger deutlichen, im Alter gelb- bis rötlichbraunem Knöpfchen, das auch abfallen kann (Fig. 21). Zelldicke 8—21 μ**). Das Längenwachstum ist außerordentlich groß, Zellen nach A. BRAUN 0,5—1 mm, nach PRINGSHEIM bis 2,5 mm lang. BOHLIN gibt für *O. variabile* 0,09—1,1 mm als Länge an. — (Fig. 20, 25.)

*) *Brochidium*: brochis = Schlinge, eidos = Bild. Schlingenähnlich.

**) 10—16,7 μ nach BRAUN, 8—17 μ nach LEMMERMANN, 8—21 μ nach BOHLIN (*O. variabile*), 15—18 μ nach BORZI (*O. maximum*).

Vorkommen.

Im Gebiete weit verbreitet, namentlich in Teichen, Tümpeln, Gräben, im Plankton selten.

Eine stark aufgerollte Form, die vielleicht der var. *gordianum* entspricht, wurde im Duvenstedter Brook (Kreis Stormarn) beobachtet. Zu erwähnen wären noch einige Formen, die sich durch geringere Zelldicke auszeichnen. So wurde im Eppendorfer Moor bei Hamburg eine Form von 6 μ Dicke und 285 μ Länge beobachtet, die einen starken Ölgehalt und einen knöpfchenartig verbreiterten Stiel zeigte, nach der Originaldiagnose also hierher gerechnet werden muß. Lassen wir den Ölgehalt unberücksichtigt, so fragt es sich, ob wir dem Vorhandensein des Knöpfchens oder der Zelldicke mehr Wert beilegen sollen. Im letzteren Falle werden wir diese Formen besser zu *O. cochleare* stellen. Ähnliche Formen scheint HANSGIRG*) als *O. variabile* BOHLIN bestimmt zu haben: Zellen kreis- oder mehr oder weniger stark spiralförmig eingerollt, 6—8 μ dick, 20—30 (seltener mehr) mal so lang als dick. Auch VON ISTVANFFI stellt eine Form von 80 μ Länge und nur 5,4 μ Dicke zu *O. maius***).

Sonstige Verbreitung: Kosmopolit.

O. cochleare (EICHW.) A. BRAUN 1855.
A. BRAUN, Alg. unic. S. 54.

Syn.: *Spirodiscus cochlearis* EICHWALD, Nachtr. zur Infusorienkunde Rußlands. Bull. de la Soc. imp. de nat. de Moscou 1847, S. 285, Taf. 8, Fig. 4. — *Ophiocytium apiculatum* NÄGELI Einz. Algen (1849) S. 89, Taf. IV. A, Fig. 1. — *Ophiothrix apiculata* (NÄG.) KÜTZ. Spec. Alg. (1849) S. 237.



Fig. 26.
O. cochleare (EICHW.) A. BRAUN. 300/1. (Nach NÄGELI.)

Zelle meist gebogen, sehr oft aufgerollt oder zu einer lockeren Spirale gedreht, 5—8 μ dick, am Grunde mit einem Stachel versehen, der 1—12 μ lang ist (selten mit einem kaum sichtbaren Knöpfchen endigend***). (Fig. 26.)

Vorkommen.

Im Gebiete gemein. Meist zwischen anderen Algen, auch häufig zwischen Fadenalgen, die sonst wenig Beimischungen enthalten. Es kamen am häufigsten Formen von 6 μ Durchmesser zur Beobachtung, was mit dem von A. BRAUN angegebenen Durchschnittsmaß (6,7 μ) sehr

*) HANSGIRG, Beih. Bot. Centralblatt XVIII (1905), S. 460.

**) Ruméliai Algák. Budapest 1890, S. 75.

***) Diese Angabe nach A. BRAUN. Wenn wir die Beschaffenheit der Zellanhänge systematisch verwerten wollen, müssen wir diese Formen als dünne Formen von *O. maius* auffassen. Andernfalls gehören die dort erwähnten hierher.

gut übereinstimmt. Im Plankton selten: Waterneverstorfer Binnensee, Unterer Ausgrabensee (LEMM.), Elbarm (SELK & REINBOLD). Sonstige Verbreitung: Kosmopolit.

Forma **umbelliferum** RABENHORST 1868.

RABENHORST, Flora Eur. Alg. III, S. 67. — BOHLIN, *Confervales* Taf. II, Fig. 53.

Koloniebildend. — Vorkommen: Europa.

O. capitatum WOLLE 1887.

WOLLE, Freshw. Algae S. 176, Taf. 158, Fig. 3—7.



Fig. 27. *O. capitatum* WOLLE, forma *typicum*. $^{700}/_1$. Eppendorfer Moor.

Syn.: *O. cochleare β. mucronatum* A. BRAUN Alg. unicell. S. 54. — *O. cochleare* A. BRAUN var. *bicuspidatum* BORGE K. Sv. Vet.-Ak. Handl. Bd. XIX, Afd. III, n. 5, S. 10, Taf. 1, Fig. 4.

Zellen gerade oder gebogen, seltener spiralig gedreht, auf beiden Enden mit einem Stachel versehen. Zelle 2,7—10 μ dick, Länge des Stachels 1—50 μ. Der Stachel stets ohne Knöpfchen.

Forma **typicum**.

Zellen 5—10 μ dick, Stachel 5—7 μ lang. (Fig. 27.)

Vorkommen.

Hamburg: Eppendorfer Moor. — Plöner Gebiet: Moorteich in Grebin (O. ZACHARIAS).



Fig. 28. *O. capitatum* WOLLE forma *brevispinum*. $^{500}/_1$. (Nach LEMMERMANN.)

Forma **irregulare**.

Stacheln der Zellen ungleich lang.

Vorkommen.

Stormarn: Bünningstedter Teich (7,5 μ dick, ein Stachel 7,5 μ, der andere 15 μ lang).

Forma **brevispinum** LEMM.

LEMMERMANN, 1899, Hedwigia XXXVIII, S. 32, Taf. IV, Fig. 19—20, als Var.

Syn.*): *O. parvulum* (PERTY) A. BRAUN var. *bicuspidatum* SCHRÖDER. Neue Beiträge Riesengeb. Forsch. Ber. Plön. Biol. Stat. Teil VI, S. 22, Taf. I, Fig. 3 a—c.

Zellen 2,7—5,4 μ dick, Stachel 2—3 μ lang. (Fig. 28.)

Vorkommen.

Hamburg: Bramfelder Teich (4,5 μ dick, Stacheln 3 μ lang).

*) Hierher gehört wohl auch *O. bicuspidatum* var. *gracile* LEMM. a. a. O. S. 31 (*O. biapiculatum* HIERONYMUS, *Chlorophyceae* in ENGLER, Ostafrika V, Pflanzenwelt C., S. 22).

Forma **longispinum** (MÖBIUS) LEMM.

LEMMERMANN, Hedwigia 1899, S. 32, Taf. IV, Fig. 21—25. — Arkiv för Botanik II, 1904, S. 108.

Syn.: *Reinschiella longispina* MÖBIUS, Austr. Süßw.-Algen. Abh. der Senckenb. nat. Ges., Bd. XVIII, S. 331, Taf. 1, Fig. 31—33. — *O. cochleare* A. BRAUN var. *bicuspidatum* BORGE forma *longispina**) LEMM. Forsch. Ber. Plön. Biol. Stat., Teil IV, S. 163, Fig. 4—6. — *O. longispinum* SCHMIDLE in litt. in SCHRÖDER, Planktolog. Mitt. Biol. Centralbl. Bd. XVIII, S. 530, Fig. 2.

Zelle 5—6,6 μ dick, Stachel 16—50 μ lang. (Fig. 29.)



Fig. 29. *O. capitatum* WOLLE forma *longispinum*. 500/1. (Nach LEMMERMANN.)

Vorkommen.

Plöner Gebiet: Unterer Ausgrabensee. — Moortümpel bei Plön (LEMM.). — Elbe (SELK & REINBOLD).

Forma **umbelliferum** (BOHLIN) LEMMERMANN 1899.

LEMMERMANN, Hedwigia XXXVIII, S. 32 (als Var.).

Syn.: *O. cochleare* A. BRAUN var. *bicuspidatum* BORGE f. *umbellifera* BOHLIN, *Confervales*, S. 32, Taf. II, Fig. 58.

Zelle 5—7 μ dick, Stachel 6—7 μ lang, koloniebildend.

Vorkommen.

Im Gebiet noch nicht beobachtet. — Stockholm.

O. **Lagerheimii** LEMMERMANN 1899.

LEMMERMANN, Hedwigia XXXVIII, S. 30, Taf. III, Fig. 7—9.

Zellen gebogen oder spiralig aufgerollt, meist koloniebildend, 3,5—5 μ dick, am Grunde mit einem 16—50 μ langen Stiel versehen. (Fig. 30.)

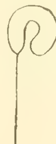


Fig. 30. *Ophiocytium Lagerheimii* LEMMERMANN. 700/1. Hostrup-See.

Vorkommen.

Hamburg: Eppendorfer Moor, koloniebildend. (Hier scheint ein etwas anderer Fall der Koloniebildung vorzuliegen als bei den übrigen Arten. Bisher gelang es mir nirgends eine Mutterzelle festzustellen, sondern es waren nur Zellen einer Generation, welche mit den langen Zellfortsätzen zusammenhingen. Aus der Beschreibung und Abbildung LEMMERMANNs scheint mir das gleiche Verhalten hervorzugehen.) Apenrade: Hostrup-See, nur Einzelzellen mit 22 μ langem Stachel.

*) Als forma *longispinosa* ist die Alge auch von GUTWINSKI 1902, Bull. de l'Ac. des Sc. de Cracovie 1902, S. 577, Taf. XXXVI, Fig. 1, beschrieben.

O. bicuspidatum (BORGE) LEMMERMANN 1899.

LEMMERMANN, Hedwigia 1899, S. 31, Taf. III, Fig. 13—15.

Syn.: *O. maius* NÄG. var. *bicuspidatum* BORGE, Süßw. Chlorophyc. Archangel. Bih. Kongl. Svensk. Vet.-Ak. Handlingar Bd. XIX, Afd. III, n. 5, S. 10, Taf. I, Fig. 3.

Zelle 12—15 μ dick, Stacheln 5—7 μ lang.

Vorkommen.

Im Gebiete nicht beobachtet. — Europa.

O. parvulum (PERTY) A. BRAUN 1855.

A. BRAUN, Alg. unicell. S. 55.

Syn.: *Brochidium parvulum* PERTY, Kleinste Lebensformen S. 215, Taf. 16, Fig. 6. — *Ophiocytium circinatum**) WOLLE, Fr. Water Algae S. 176, Taf. 158, Fig. 15—18.

Zellen sichelförmig gebogen und mehr oder weniger aufgerollt, ohne Stacheln, 3—9 μ (— 13 μ) dick. (Fig. 31 d).

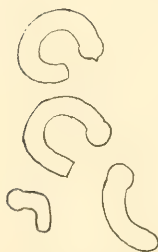


Fig. 31 a—d.
d. Rechts unten: *Ophiocytium parvulum* A. BRAUN. Meimersdorfer Moor. 700/1.
a—c. *Ophiocytium parvulum* forma *truncatum* (LEMM.).
a. Oben: Winterhude. 700/1. b. Mitte. 610/1. (Nach LEMMERMANN).
c. links unten: Eppendorfer Moor. 390/1.

Vorkommen.

Zerstreut, insbesondere in Mooren, z. B. Hamburg-Altona: Eppendorfer Moor, Wittmoor, Waldtümpel beim Grünen Jäger bei Sasel, Regenwassertümpel beim Diebsteich. Pinneberg: Moorgraben zwischen Wulfsmühle und Rentzel. Kiel: Meimersdorfer Moor usw.

Sämtliche beobachteten Exemplare hatten 4,5—5 μ Zelldicke. — Im Plankton selten: Drecksee, Waterneverstorfer Binnensee (LEMM.), Elbe (SELK & REINBOLD).

Forma truncatum (LEMM. als Art).

LEMMERMANN, Hedwigia 1899, S. 33, Taf. IV, Fig. 26—29.

Zellen 5—6 μ dick, an der Basis abgestutzt.

Die Zeichnung LEMMERMANNs (Fig. 31 b) zeigt das Hinterende sehr scharf abgeschnitten. Meine Beobachtungen zeigen diese Eigenschaft weniger stark, doch liegt wohl dieselbe Form vor (Fig. 31 a, c).

---

*) LEMMERMANN hat eine besondere var. *circinatum* aufgestellt, doch kann diese wohl kaum aufrecht erhalten werden. Bereits A. BRAUN führt in seiner Diagnose an: „*cellula circinata* . . .“ Die Zellen sind allerdings dicker, 10—13 μ.

Vorkommen.

Hamburg: Eppendorfer Moor, Tümpel bei Winterhude. An letzterem Fundort sehr zahlreich. Hier auch eine Form, die auf dem Deckel ein Knöpfchen trägt (Fig. 31 a).

Tribonema*) DERBÈS et SOLIER 1856.

DERBÈS et SOLIER, Mémoire sur quelques points de la physiologie des Algues (Supplément aux Comptes rendues tome I).

Syn.: *Conferva* LAGERHEIM, Studien über die Gattungen *Conferva* und *Microspora* Flora 1889, S. 209. — *Conferva* AUCT., z. Teil.

Im erwachsenen Zustand [1]) fadenförmig, nie verzweigt, vielzellig. Die Zellen, die einen, selten zwei Kerne enthalten, [2]) sind zylindrisch oder durch Einschnürung an den Zellenden schwach tonnenförmig [3]). Die Zellmembran [4]) ist kräftig und zerfällt in H förmige Stücke. Chromatophoren meist mehrere bis viele, scheibenförmig, regelmäßig, seltener von unregelmäßiger Form und zerstreut. Fortpflanzung [5]) ungeschlechtlich durch Akineten, durch Zoosporen und Aplanosporen. Die Sporen werden durch Aufbrechen der Fäden, die dann in H förmige Stücke zerfallen, frei. Die Aplanosporen sind rundlich. Die Zoosporen besitzen zwei ungleich lange Cilien. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Gameten mit zwei (ungleich langen?) Cilien.

Anmerkungen.

1) Keimpflanzen: Die aus Zoosporen hervorgegangenen Keimpflanzen sitzen fest, die erwachsenen Pflanzen scheinen aber oft loszureißen. Die aus Aplanosporen hervorgegangenen Individuen sind anscheinend von vornherein nicht festgewachsen**) (Fig. 32 a—c). Die Stiele sind von verschiedener Form, entweder einfach stachelförmig (Fig. 35 b) oder mit einer kleinen Fußscheibe versehen (Fig. 32 c, 36 c).

2) Zellkern: Er ist oft ohne Färbung sichtbar (Fig. 37 a, die mittlere Zelle). Der Zellinhalt ist oft reich an kleinen Kristallen, namentlich bei degenerierten Fäden.

3) Zellform: Ob die tonnenförmige Gestalt systematisch verwertbar ist, ist wohl sehr fraglich. Mitunter werden in



Fig. 32 a—c. *Tribonema bombycinum* DERB. et SOL. Links oben: Aplanospore. Links unten: Keimende Zoospore. Rechts: Keimpflanze. (Nach LAGERHEIM.)

*) *Tribonema:* tribo = ich reibe, nema = Faden. — Über die Notwendigkeit der Aufgabe des alten Namens *Conferva* vergl. HAZEN Memoirs Torr. Bot. Club XI, 1902, u. 2, S. 181—183, zitiert in G. S. WEST, Brit. Freshw. Algae S. 256. — Während des Druckes erhielt ich eine Abhandlung von NORDSTEDT, (Algological Notes. 1—4 in Botanika Notiser för år 1906. Lund 1906, S. 120—123. „*Tribonema* or *Conferva?*") in der die vorliegende Frage diskutiert wird.

**) Wenn allerdings die von G. S. WEST, Brit. Freshw. Algae S. 257, Fig. 121, D—F abgebildeten jungen Pflanzen zusammengehören, so scheint auch bei den Aplanosporen die nachträgliche Bildung eines Haftorgans vorzukommen.



Fig. 33. *Tribonema bombycinum* DERB. et SOL. Membranstruktur nach Behandlung mit Kalilauge. 315/1. Nach BOHLIN.)

Fäden mit zylindrischen Zellen die Zellen, deren Inhalt degeneriert ist, tonnenförmig (Fig. 37b, c). Doch findet sich diese Form auch in ganz normalen Fäden.

4) Membran: Über den Bau der Membran (Fig. 33) ist bereits berichtet worden (S. 107). Das Auftreten H förmiger Bestandteile beim Zerfallen der Fäden teilt die Gattung mit *Microspora* THUR.

5) Fortpflanzung.

Zoosporen: Sie sind beobachtet bei *Tribonema bombycinum* DERB. et SOL.*) Es sind Megazoosporen, die in geringer Anzahl in den Zellen entstehen, 4—5 nach DERBÈS und SOLIER, 2—4 nach A. BRAUN**), 1—2 nach LAGERHEIM***), 1—2 nach KLEBS†). Die Zoosporen werden frei durch Einknickung der Fäden, indem die H förmigen Stücke auseinanderweichen. Dieser Zerfall der Fäden wird durch eine teilweise Verschleimung der Membran ermöglicht. Der Schleim wird von den Zoosporen durchbrochen. Nach Austritt derselben ist er auch ohne Färbung oft noch deutlich sichtbar. Die Beschaffenheit der Zoosporen ist vielleicht für die Speziesunterscheidung verwertbar. Bei den zu *Tribonema bombycinum* forma *minus* (WILLE) gerechneten Formen haben die Zoosporen nur zwei Chromatophoren, desgl. bei *Tribonema* spec. LAGERHEIM, *Confervales,* Taf. VI, Fig. 11—14, 56, bei dickfädigeren Formen von *Tribonema bombycinum* mehrere Chromatophoren (Fig. 1). Über die Cilien s. S. 90. Bereits KLEBS macht darauf aufmerksam, daß die Cilie (es ist die große Cilie gemeint, da er die kleinere nicht beobachtete) nicht direkt auf dem Vorderende der Zoospore sitzt, wie es LAGERHEIM angibt††), sondern etwas seitlich.†††) Er wies auch für die von ihm untersuchte Form nach, daß die Befestigung der Zoospore nicht mit Hilfe der Cilie, sondern mit dem Hinterende amöboid erfolgt.*[1]) In einigen Fällen beobachtete KLEBS sogar sicher, wie die Cilie langsam eingezogen wurde. Die Schwärmsporen machen also vor der Keimung kein Ruhestadium durch. Durch Verdunklung in Verbindung mit bestimmten organischen Substanzen gelang es KLEBS, ausgiebige Schwärmsporenbildung hervorzurufen.**[1])

Gameten: SCHERFFEL***[1]) teilt Beobachtungen über Schwärmsporen von *Tribonema* mit, welche kopulieren, also als Gameten zu bezeichnen sind. Da diese Beobachtungen bisher nicht bestätigt sind, teile ich sie hier im Original mit: „Die Gameten zeigen den von KLEBS (Bedingungen der Fortpflanzung S. 349, Taf. II. Fig. 7) richtig dargestellten Bau gewöhnlicher Schwärmer, besitzen jedoch einen deutlichen rotbraunen Augenpunkt am vorderen Ende eines der Chromato-

*) a. a. O. S. 18, Taf. IV, Fig. 16—21.
**) Verjüngung S. 196, 223. — Über *Chytridium* S. 32, Taf. II, Fig. 6—8.
***) Studien S. 198—203, Taf. VI.
†) Bedingungen der Fortpflanzung S. 348, Taf. II, Fig. 2, 6—8.
††) Studien S. 202, Taf. VI, Fig. 11—15, 32—35, 56.
†††) KLEBS a. a. O. S. 349.
*[1]) KLEBS a. a. O. S. 349.
**[1]) KLEBS a. a. O. S. 351—374.
***[1]) SCHERFFEL, A., Kleiner Beitrag zur Phylogenie einiger Gruppen niederer Organismen. Botanische Zeitung 1901, S. 149.

phoren*) und sind ohne Größenunterschied. Manche, die weiblichen, haften sich plötzlich fest, kommen bei Einziehung des Cilienapparates unter starker amöboider Bewegung zur Ruhe und kugeln sich ab. Auf solch eine nackte, nunmehr als Ei zu bezeichnende Kugel stößt alsbald ein anderer des Weges daher kommender, lebhaft beweglicher, als männlich zu bezeichnender Gamet. Derselbe bleibt an dem ruhenden Ei — soweit ich es gesehen habe — zumeist mit seinem hinteren Teile haften und verschmilzt mit demselben binnen wenigen Augenblicken. Die jungen kugeligen Zygoten sind an den zwei Augenpunkten und den zahlreicheren doppeltzähligen (meist vier) Chromatophoren leicht kenntlich. Sie umgeben sich dann mit einer Membran und werden zu einer stark- und glattwandigen Ruhezelle von charakteristischem Aussehen."

Aplanosporen: Die mehrfach beobachteten Aplanosporen sind wohl als Hemmungsbildungen von Zoosporen aufzufassen. Es sind verschiedene Formen beobachtet worden, die mir nicht immer genügend auseinandergehalten zu sein scheinen. Den ersten Grad der Reduktion scheinen die von LAGERHEIM**) beschriebenen Dauerschwärmer darzustellen. „Die Bildung begann damit, daß der Zellinhalt sich etwas zusammenzog und an den Ecken abrundete. Die Cuticula der Zellwand begann nun zu verschleimen und die H förmigen Membranstücke auseinanderzugehen. Der rundliche, von keiner Membran umgebene Zellinhalt fing nun an, sich langsam zwischen den Membranhälften hin- und herzubewegen. Schließlich gelang es demselben, aus der Öffnung zwischen den Membranstücken herauszutreten und er bewegte sich nun hin und her in dem umgebenden Schleime, ungefähr nach Amöbenart. Nach kurzer Zeit hörte seine Bewegung auf; er nahm eine kugelrunde Gestalt an und umgab sich mit einer dünnen Membran. Diese Membran verdickte sich darauf, und in dem Zellinhalt entstanden größere Schleimtropfen. Die auf diese Weise gebildeten Zellen schienen sich zu einem längeren Ruhestadium vorzubereiten. Die Keimung konnte nicht beobachtet werden."

Echte Aplanosporen entstehen in dem Falle, daß sich der kontrahierte Zellinhalt innerhalb der Zelle bereits mit einer Membran umgibt. LAGERHEIM***) beschreibt die Bildung folgendermaßen: „Die Bildung wurde damit eingeleitet, daß der Zellinhalt durch eine kleine Kontraktion sich an den Ecken abrundete. Der kontrahierte Zellinhalt begann darauf sich mit einer Membran zu umgeben. Wenn zwei Aplanosporen in einer Zelle gebildet werden sollen, teilt sich zuerst der Zellinhalt in zwei gleich große Teile, welche sich darauf abrunden und mit je einer Membran umgeben. Wenn diese Membran ausgebildet ist, streben die jungen Aplanosporen eine kugelrunde Form anzunehmen, was zur Folge hat, daß der Zusammenhang zwischen den Membranteilen der Mutterzelle zerreißt, so daß der Faden in H förmige Stücke zerfällt. Die Aplanosporen zwängen sich nun allmählich hinaus, runden sich ab und verdicken ihre Membran. In ihrem Inneren treten große Schleimtropfen auf. Die Keimung der Aplanosporen habe ich nicht beobachtet; vermutlich bereiteten sie sich zu einem längeren Ruhestadium vor." Das Austreten dieser Aplanosporen wird von LAGERHEIM Taf. VI, Fig. 40, abgebildet. OLTMANNS gibt von dieser Zeichnung eine Kopie in doppelter Größe, ohne Angabe des Autors. Daneben bildet er eine keimende Aplanospore, ebenfalls aus der LAGERHEIMschen Arbeit Taf. VI, Fig. 53, ab, auch ohne Autorangabe. Diese beiden Figuren (Fig. 12, 7, 8 seiner Arbeit) versieht er mit der Bezeichnung:

*) KLEBS gibt an, daß ein Augenfleck nicht vorhanden sei; a. a. O. S. 349.
**) Studien S. 200.
***) a. a. O. S. 204.



Fig. 34.
Tribonema bombycinum DERB. et SOL. forma *minus*. 450/1. Faden mit Aplanosporen. (Nach WEST.)

Aplanosporen, direkt keimend. Was Fig. 12,7 betrifft (LAGERHEIM Fig. 40), so steht diese Bezeichnung doch in direktem Gegensatz zu der von LAGERHEIM selbst mitgeteilten Beobachtung. Ebenso stellt die zweite Figur (12,8) keine direkt keimende Aplanospore, sondern eine solche vor, die bereits ein längeres Ruhestadium durchgemacht hat; nach der Beschreibung LAGERHEIMs hat sie anscheinend sogar überwintert.

Die hier besprochenen Aplanosporen haben innerhalb der Zelle nur eine sehr dünne Haut. Doch kommen auch Aplanosporen vor, welche sich bereits innerhalb der Mutterzelle mit einer stärkeren Haut versehen (Fig. 34). Hierher gehören jedenfalls die von GAY beobachteten Aplanosporen, deren Abbildungen OLTMANNS reproduziert. Sie entstehen dadurch, daß die Zelle sich teilt, der Inhalt sich hauptsächlich in den einen Teil zusammenzieht und mit einer Membran umgibt. Der Inhalt zeigt keine weitere Kontraktion, sondern füllt die ganze Zelle aus. Die Aplanospore wird in gewöhnlicher Weise durch Auseinanderweichen der H förmigen Membranteile frei. Die Entstehungsgeschichte dieser Art Aplanosporen bringt es mit sich, daß in einem Faden sporenhaltige und inhaltsarme Zellen alternieren. Jedenfalls sind diese Art Aplanosporen Dauersporen. Ihnen schließt sich auch wohl die von WILLE bei *Tribonema utriculosum* beobachtete Aplanosporenbildung an.

Etwas abweichend von dieser Beobachtung, doch im Prinzip übereinstimmend, ist die Schilderung der Entstehung der Aplanosporen durch VON ISTVANFFI*). „Der Sporenbildung kann eine gewisse Regelmäßigkeit nicht abgesprochen werden, in der Regel bildet sich aus jeder zweiten Zelle eine Spore, die Zwischenzellen werden mit der Zeit zusammengepreßt. Die lose und weite Zellenmembran zerreißt später, und die Spore wird frei. Manchmal erfolgt das Austreten der Sporen durch das Vergehen der Membran.“ Die Mutterzelle ist kugelig angeschwollen. Die Aplanospore liegt frei in der Zelle. — Die Keimung wurde nicht beobachtet, doch erfolgt sie wahrscheinlich erst nach einer Ruheperiode. Die Zellen, in denen sich die Aplanosporen finden, sind der Zeichnung nach durch schnelle Zellteilung entstanden, bei der wohl der Hauptinhalt sich in die sporenbildende Zelle zurückgezogen hat.

Daß aber die Bildung der dickwandigen Aplanosporen immer durch eine Zellteilung, bei der die Inhaltsstoffe der Mutterzelle in ungleicher Menge auf die Tochterzellen übergehen, eingeleitet wird, scheint mir nach der Abbildung von WEST**) (Fig. 34) ausgeschlossen. Während hier aber von einer Veränderung der Mutterzellmembran nichts zu sehen ist, beschreibt ISTVANFFI (SCHAARSCHMIDT)***) einen Fall von Aplanosporenbildung, der vielleicht zwischen dem von WEST abgebildeten und dem soeben nach VON ISTVANFFI geschilderten die Mitte hält. „Bei *C. bombycina* ist die Bildung dieser Ruhesporen daran zu erkennen, daß gewisse Zellen des Fadens aufzuquellen beginnen, wachsen und

*) Balaton S. 109 (ungarische Ausgabe), Fig. 11.

**) Brit. Freshw. Alg. S. 257, Fig. 21, J.

***) SCHAARSCHMIDT, S., Némely Chlorosporeák vegetiv alakváltozairól, 1883. Referat JUST's Bot. Jahresber. Jahrg. XI, Abt. I, S. 272.

sich abrunden. Beginnen mehrere solche Zellen, nicht selten vier, zu quellen, so gleicht der *Conferva*-Faden den Oogonien bildenden Fäden von *Oedogonium;* gewöhnlich aber bilden sich von einander entfernt liegende Zellen zu solchen Sporen aus." Nach dieser Schilderung muß man wohl annehmen, daß erst die fertig ausgebildeten Zellen eine nachträgliche Änderung erfahren. Es ist mir allerdings nicht ganz klar, ob wirklich Aplanosporen gemeint sind.

Akineten. Einen Übergang zwischen Aplanosporen und Akineten bilden die von WILLE*) bei *Tribonema bombycinum* abgebildeten Dauerzellen, die dadurch entstehen, daß bei der Zellteilung der größere Teil des Inhalts sich in die eine Hälfte zurückzieht, die dann keulenförmig anschwillt und stärkere Zellwände erhält. LAGERHEIM, der typische Aplanosporen beobachtete, betont besonders den Unterschied dieser gegenüber den von WILLE beobachteten Ruhezellen, welche er für vegetative Zellen erklärt, die nur durch abnorme Lebensbedingungen verändert sind. Daß keine eigentlichen Aplanosporen vorliegen, geht daraus hervor, daß keine Neubildung einer Zellhaut stattfindet und daß die Ruhezelle nicht aus dem Faden ausgestoßen wird, sondern unter günstigen Bedingungen sich zu teilen beginnt und in normale Zellreihen auswächst. Tritt wirklich eine Trennung der Zellen ein, so ist sie wesentlich anders als oben geschildert, indem in diesem Falle die Mutterzellmembran mit zerfällt. Diese keulenförmig angeschwollenen Zellen, die mit dem breiteren Ende aneinanderstoßen, verleihen dem Faden ein eigenes Aussehen. In der Provinz wurden sie häufig beobachtet, im Freien wie in älteren Wasserkulturen. Auf das Vorkommen in letzteren weist schon KLEBS hin. Es wurden aber auch Dauerzellen gesehen, die durch ihren Inhalt, die Stärke der Membran ganz mit den eben geschilderten übereinstimmten, augenscheinlich auch erst nach Zweiteilung des Zellinhalts, in diesem Falle aber in gleiche Portionen, entstanden waren. Diese zeigten deshalb nicht die geschilderte Form, sondern hatten eine tonnenförmige Gestalt (Fig. 35a). Einen ähnlichen Fall hat anscheinend BOHLIN im Auge bei der Abbildung (*Confervales* Taf. I, Fig. 16), die er mit der Bezeichnung „Akinetenbildung?" versieht. Er stellt eine tonnenförmige Mutterzelle dar, die sich in zwei Tochterzellen geteilt hat, deren neue Membranen von auffälliger Stärke sind.

Einen besonderen Fall der Akinetenbildung stellt das *Psichohormium*-Stadium vor, bei dem die Membran eines ganzen Fadens verdickt und durch Kalk- und Eisenanlagerungen verstärkt wird. Unter günstigen Bedingungen teilen sich die Zellen, so daß zwischen den inkrustierten Membranteilen die neuen glatten, nicht gepanzerten Membranstücke sichtbar werden. Die meisten der von KÜTZING**) abgebildeten Arten sind sehr zweifelhaft. Es scheint mir überhaupt sehr fraglich, ob dieses Merkmal für die Speziesbegrenzung zu verwerten ist. WILLE***) ist der Ansicht, daß diese Bildungsweise in Übereinstimmung mit den äußeren Bedingungen wahrscheinlich bei allen Arten vorkommen kann. *Psichohormium*-Bildungen beobachtete ich sehr häufig, aber es waren stets *Oedogonium*- und *Microspora*-Arten†). Bei einer echten *Tribonema* habe ich dieses Stadium nie gesehen. Nach den vor-

*) Hvileceller Taf. IX, Fig. 38—40 (*minor*), Fig. 43 (*genuina*). Mit der letzten Figur stimmt die Abbildung in HANSGIRG, Prodromus S. 76, Fig. 34, überein. — KLEBS, Bedingungen der Fortpflanzung S. 375, Taf. II, Fig. 4, 5.

**) Tabulae Phycologicae III, Taf. 48, 49.

***) Hvileceller S. 16. PRINGSHEIMs Jahrb. XVIII, S. 470.

†) ITZIGSOHN, über die Algengattung *Psichohormium*. Flora 1854, S. 17—20. Die von ihm genauer untersuchte Art gehört wohl ziemlich sicher zu *Microspora*.

liegenden Literaturangaben scheint es aber bei dieser Gattung ebenfalls vorzukommen. GAIDUKOV*) hat kürzlich Beobachtungen über *Tribonema bombycinum* veröffentlicht, indem er beschreibt, daß die Fäden, sobald sie beginnen, Akineten zu bilden, sich mit starken Ausscheidungen von Eisen bedecken, dann in der Kultur zu Boden sanken. Das ursprünglich gesammelte Material ähnelte *Conferva martialis* HANST.**), die aus den Zoosporen entwickelten Pflanzen, die nicht mit Eisen bedeckt sind, *Conferva bombycina* und *minor*. Vielleicht ist also *Conferva martialis* HANST. als die *Psichohormium*-Form von *Tribonema bombycinum* aufzufassen.

Über abnorme Zellteilung und Zerfall des Fadens siehe *Bumilleria* S. 141 und Fig. 40, 41.

Schlüssel der Arten.

Chromatophoren klein, scheibenförmig, regelmäßig.
  Fäden bis 5 μ dick . . . . *T. tenerrimum.*
  Fäden über 5 μ dick.
    Zellen an den Querwänden mehr oder weniger eingeschnürt, Zellen zylindrisch bis tonnenförmig.
      5—15 (—18 μ) dick . . . . *T. bombycinum.*
    Zellen an den Querwänden wenig eingeschnürt, zylindrisch.
      Zellen 2 bis mehrmal so lang als dick, 13—15 μ dick. *T. cylindricum.*
      Zellen 1—2 (1,3—1,7) mal so lang als dick.
        19—21 μ dick . . . . *T. obsoletum.*
        28 μ dick . . . . *T. Raciborskii.*
Chromatophoren verhältnismäßig größer, von unregelmäßiger Form, Fäden oft in eine haarförmige Spitze auslaufend . . . . *T. affine.*

T. tenerrimum (GAY).

Syn.: ? *Microspora tenerrima* GAY in Bull. Soc. Bot. Fr. 1886, S. 51. — *Conferva tenerrima* AUCT. (zum Teil), nicht KÜTZING.

Die Kenntnis dieser Alge ist noch eine sehr mangelhafte. Ich habe sie hier als Art beibehalten, trotzdem es sich vielleicht nur um besonders dünne Formen von *Tribonema bombycinum* handelt. Es sind unter diesem Namen augenscheinlich auch Vertreter anderer Gattungen, insbesondere wohl *Ulothrix*, aufgeführt worden. Die Untersuchung der Originalexemplare (KÜTZING, Algae aquae dulcis, Nr. 55, und RABENHORST, Nr. 17) durch WILLE hat ergeben, daß diese überhaupt nicht zur Gattung *Conferva* (inkl. *Microspora*) gehören. Die Abbildung von KÜTZING, Tab. phyc. III, Taf. 42, Fig. 1, gibt keinen Aufschluß über die Natur der Alge, ebensowenig die Diagnose.

Bezüglich der GAYschen *Microspora tenerrima* äußert LAGERHEIM***) die Ansicht, daß es sich vielleicht um eine echte *Conferva* (*Tribonema*) handle. BOHLIN†) bildet

*) Über die Eisenalge *Conferva*, Ber. Deutsche Bot. Ges. XXIII, 1905, S. 250.

**) HANSTEIN, Über eine mit Eisenoxydhydrat umkleidete Conferve. Sitzungsber. der niederrhein. Ges. Bonn 1878, S. 73.

***) Studien S. 185, Anm.

†) *Confervales* S. 11, Taf. I, 15. Im Text wird die Alge als *Conferva tenerrima* KÜTZING bezeichnet.

ein Bruchstück einer von ihm als *Conferva tenerrima* (KÜTZ.) LAGERHEIM bezeichneten Alge ab, welches deutlich die *Tribonema*-Struktur zeigt. Auch von anderen Autoren, wie BORGE, wird *Conferva tenerrima* bei *Conferva* LAGERH. aufgeführt,*) ebenso von V. ISTVANFFI**).

Zellen 4—5 μ dick, 2—5 mal so lang. Zellwand dünn. Fäden festsitzend oder freischwimmend. (Fig. 35b.)



Fig. 35 a, b.
a. *Tribonema bombycinum* DERB. et SOL. Dosenmoor. Faden mit Akinetenzellen.
b. *Tribonema tenerrimum.* Fußzelle. Stiel.

Vorkommen.

Im Gebiete nicht selten, so bei Kiel: Meimersdorfer Moor, Hasseldieksdamm, Botanischer Garten. Hamburg: Elbe (SELK & REINBOLD).

T. bombycinum DERBÈS et SOLIER 1856.

DERBÈS et SOLIER, Mémoire sur quelques points de la physiologie des algues. Supplém. aux Comptes rendues, tome I, S. 18.

Syn.: *Conferva bombycina* AGARDH 1824, Syst. Alg. S. 88. — LAGERHEIM, Studien S. 194—206, 209, Taf. VI. — *Microspora Weedi* TILDEN, Bot. Gazette XXV, n. 2, 1898.***)

Fadenförmig, mehr oder weniger eingeschnürt an den Zellenden. Chromatophoren zahlreich, deutlich umgrenzt, linsenförmig. Zellen 5—15 μ dick, vor der Teilung 2—12 mal so lang. Wenn massenhaft auftretend, zartfädige, bleichgelblich- bis lebhaft grüne Watten oder Flocken bildend, getrocknet seidig glänzend. Fortpflanzung durch Zoosporen, Aplanosporen und Gameten. (Fig. 1a, 32, 33, 34, 35.)

Vorkommen.

Bei der allgemeinen Verbreitung im Gebiet ist es unnötig, Fundorte aufzuführen. Es werden einzelne Formen unterschieden, deren Abgrenzung gegeneinander aber eine schwierige ist. Vielleicht stellen die meisten nur verschiedene Stadien unter wechselnden äußeren Bedingungen dar. WILLE spricht die Vermutung aus, daß vielleicht alle *Tribonema*-(*Conferva*-)Arten nur Formen von *T. bombycinum* seien.†) Darüber sind weitere Untersuchungen nötig.

BORGE, Süd-Patagonien S. 10 (Sep.-Abdr.), teilt die beobachteten Formen von *T. bombycinum* in folgende Gruppen: 5—7, 7—10, 9—12 12—15, 15—17 μ Fadendicke.

*) Süßwasseralgen aus Südpatagonien S. 11.
**) Balaton S. 116.
***) Nach BOHLIN, Açores S. 15.
†) Nat. Pflanzenfamilien, Chlorophyceen S. 85.

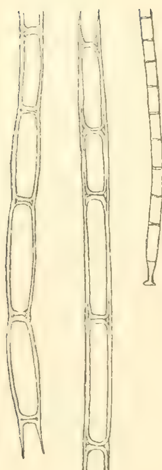


Fig. 36 a—c. *Tribonema bombycinum* (DERB. et SOL. a, b * *genuina* WILLE 480/1. (Nach WILLE, von diesem nach Originalexemplaren von AGARDH gezeichnet). c. ** *minor* 480/1. (Nach WILLE, von ihm nach RABENH. Alg. exsicc. n. 709).

Es scheint mir andrerseits wohl möglich, daß die hier vereinigten Formen auf Grund physiologischer Merkmale wieder getrennt werden müssen. So hält KLEBS die von ihm näher untersuchte, von WILLE als var. *minor* bestimmte Form für eine eigene Art.

In der Flora Danica Taf. 2134 ist *Conferva bombycina* var. *bipunctata* SUHR abgebildet, doch ist es mir nach dieser Abbildung nicht möglich, zu entscheiden, welche Form vorliegt.

Falls *Conferva martialis* HANST. wirklich zu *Tribonema bombycinum* gehört (vergl. S. 130), so ist sie bei den entsprechenden Formen als Status *Psichohormium* aufzuführen. Angegeben wird *Conferva martialis* HANST. und forma *crassior* aus der Elbe (SELK & REINBOLD).

Forma **minus** (WILLE als *Conferva bombycina* ** *minor*) G. S. WEST.

WILLE, Hvileceller S. 21, Taf. I, Fig. 36—40; Taf. II, Fig. 55—56.

Syn.: *Conferva bombycina* f. *minor* WILLE, Nov. Seml. S. 65, Taf. XIV, Fig. 89. — *Conferva bombycina* AG. *β. stagnorum* KÜTZ., Alg. Dec. n. 150 (abgebildet WILLE, Hvileceller Taf. II, Fig. 55), *Microspora fugacissima* ROTH in RABH., Alg. exsicc. Nr. 709 (abgebildet WILLE, Hvileceller Taf. II, Fig. 56). — *Conferva minor* KLEBS, Bedingungen der Fortpflanzung S. 346—375, Taf. II, Fig. 1—8.

Zellen zylindrisch oder sehr schwach tonnenförmig, 5—7 μ dick. Chromatophoren wenig, 2—4 (nach KLEBS) oder auch sechs, jedenfalls aber meist weniger als bei der typischen Form. Zoosporen mit nur zwei Chromatophoren. — (Fig. 34, 36 c, 37).

Vorkommen.

Im Gebiete gemein. — Sonstige Verbreitung: Kosmopolit.

Forma **genuinum** (WILLE als *Conferva bombycina* * *genuina*).

WILLE, Hvileceller S. 20, Taf. I, Fig. 41—43, Taf. II, Fig. 51—54.

Zellen 6—10 μ dick. Chromatophoren zahlreich. (Fig. 36 a b.)

*) Nat. Pflanzenfamilien, Chlorophyceen S. 85.

Vorkommen.

Im Gebiete neben der vorigen die gemeinste Form. Chromatophorenärmere Zellen rufen ein blasseres Aussehen der Fäden hervor. Vielleicht gehört hierher die var. *pallida* HANSGIRG (S. 139).

Forma **maius** (WILLE als *Conferva bombycina* var. *maior*).

WILLE in WITTR. et NORDST., Alg. aq. dulc. exs. n. 519, Botaniska Notiser 1883, S. 149.

Zellen bis 17 μ dick. Chromatophoren zahlreich. Diese Form schließt sich unmittelbar an die vorige an. Vielleicht gehört hierher auch var. *sordida* (KÜTZ.) HANSGIRG, deren dunkle Farbe offenbar von der größeren Zahl der Chromatophoren herrührt. Die unter dem Namen *C. sordida* von KÜTZING als Nr. 59 ausgegebene und von WILLE, Hvileceller Taf. II, Fig. 66, abgebildete Alge scheint allerdings eher eine *Microspora* zu sein.

Vorkommen.

Im Gebiete nicht häufig.

Forma **ceylanicum** (WILLE als *Conferva utriculosa**) var. *ceylanica*).

WILLE, Bot. Notis. 1882, S. 55. — WITTROCK et NORDSTEDT, Alg. exsicc. n. 430 und Fasc. XXI, S. 17.

Zellen kaum geschwollen, 12—14 μ dick, $1^{3}/_{4}$—$3^{1}/_{2}$ mal so lang.

Vorkommen: Ceylon.



Fig. 37. *Tribonema bombycinum* DERB. et SOL. forma *minor* (WILLE) WEST. a. Links: Faden mit schwach eingeschnürten Zellen. Die zweite Zelle hat sich geteilt, Der Inhalt ist degeneriert, die Membran unregelmäßig verdickt. b, c. Zellen desselben Fadens, der obere Teil mit zylindrischen Zellen, der untere mit tonnenförmigen Zellen und degeneriertem Zellinhalt. d. Eine Zelle, die Hförmige Verbindung mit den Nachbarzellen zeigend.

Var. **utriculosum** (WILLE als *Conferva bombycina*** *utriculosa*).

WILLE, Pringsh. Jahrb. XVIII, S. 469 (als Unterart).

Syn.: *Conferva utriculosa* KÜTZ., Alg. exs. Dec. n. 114, Spec. Alg. S. 372, Tab. phyc. III, S. 14, Taf. 44, Fig. 5. — RABENHORST, Flora Eur. Algarum III, S. 323. — WILLE, Hvileceller S. 32, Taf. II, Fig. 67 (nach KÜTZING, Alg. Dec. n. 114).

Zellen an den Enden eingeschnürt, 15—18 μ**) dick, 2—4—6 mal so lang. (Fig. 38.)

*) LAGERHEIM, Studien S. 209, führt diese Varietät bei *C. bombycina* auf.

**) In RABENHORST, Krypt. Flora 1847, wird $^{1}/_{300}''$ als Dicke angegeben = 7,51 μ. RAB., Flora Eur. Alg. 1868 $^{1}/_{137}$—$^{1}/_{126}''$ = 16, 5—17,9 μ. ISTVANFFI, Balaton S. 189, gibt 10 μ als Dicke an.

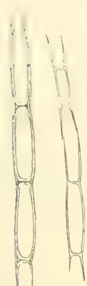


Fig. 38 a, b. *Tribonema utriculosum* KÜTZ). a. 240/1 (nach WILLE, KÜTZ. n. 114) b. c. 200/1 Farmsener Moor.

Vorkommen.

Hamburg: Eppendorfer Moor (Zellen vor der Teilung 60 μ lang, an den Enden 10,5 μ, in der Mitte 15 μ dick). — Farmsener Moor (Fig. 38 b; vor der Teilung 67,5 μ lang, 13,5 μ dick). — Hamburger Wasserwerke (STROHMEYER).

Die von mir gefundenen Exemplare weichen hinsichtlich der Dicke von der von WILLE verbesserten Diagnose ab. Allerdings weiß ich nicht, ob die dort angegebenen Zahlenwerte die maximale Fadendicke angeben oder den Durchmesser an den Zellenden.

Vielleicht ist es überhaupt unnötig, die var. *utriculosum* beizubehalten.

T. cylindricum (BORGE).

Syn.: *Conferva cylindrica* BORGE, Süßwasseralgen aus Süd-Patagonien S. 11, Taf. II, Fig. 1 (Sep.-Abdr.).

Fäden überall gleich dick, Zellen an den Querwänden nicht oder undeutlich eingeschnürt, 13—14,5 μ dick, 3—8 mal so lang, Zellwand 1—1,5 μ dick. (Fig. 39.)

Die Membran wurde durch Chlorzinkjod nicht gefärbt. Ob sich diese Art aufrecht erhalten läßt, kann zweifelhaft erscheinen.



Fig. 39. *T. cylindricum* (BORGE). (Nach BORGE).

Vorkommen.

Von BORGE in Süd-Patagonien beobachtet. — Im Jahre 1899 sammelte ich im Teiche des Kieler Botanischen Gartens eine Form, die ich damals nicht identifizieren konnte, die dieser Art aber am nächsten steht. Leider besitze ich kein Material mehr. Die Fäden waren nicht eingeschnürt, 12 μ dick, die Zellen durchschnittlich 42 μ lang. Zahlreiche scheibenförmige Chromatophoren.

T. obsoletum (W. WEST et G. S. WEST) G. S. WEST.

G. S. WEST, Brit. Freshw. Algae S. 258.

Syn.: *Conferva obsoleta* W. WEST et G. S. WEST, Notes on Freshwater Algae III, Journ. of Bot. XLI 1903, S. 77, Taf. 446, Fig. 18—21.

Dichte gelbgrüne Rasen bildend, Zellen 19—21 μ dick, 1—$1^2/_3$ mal

so lang, zylindrisch. Chromatophoren klein, kreisförmig oder elliptisch, wandständig, zahlreich, ohne Pyrenoide. Zellhaut fest. Durchmesser der Aplanosporen 16 μ.

Die Alge hat dieselbe Gestalt wie *Microspora amoena* und dieselben Dimensionen. Nur eine Aplanospore in der Zelle.

Vorkommen: Groß-Britannien, selten.

T. Raciborskii (GUTWINSKI).

Syn.: *Conferva Raciborskii* GUTWINSKI, Diagnoses nonnullarum algarum novarum in Galicia orientali anno 1890 collectarum. Nuova Notarisia 1892, S. 17. — W. WEST 1893, Scotch Freshw. Algae, Journ. of Bot. Bd. XXXI, S. 98, Taf. 33, Fig. 9.

Gelblich oder sattgrün, Fäden einfach, gleich dick; vegetative Zellen zylindrisch, 27,6 μ dick, 1,55—1,7 mal so lang. Membran bis 4,6 μ dick, undeutlich geschichtet, in H förmige Stücke zerfallend. Chromatophoren zahlreich, scheibenförmig.

Vorkommen: Galizien, Schottland.

Nach der Abbildung von WEST hat die Alge große Ähnlichkeit mit *Microspora*. WEST spricht auch die Vermutung aus, daß diese Alge eine große Form von *Conferva Löfgrenii* (jetzt zu *Microspora* gerechnet) sei. Die Angabe GUTWINSKIs über die Chromatophoren weist aber auf *Tribonema* hin.

T. affine (KÜTZ.) G. S. WEST.

WEST, Brit. Freshw. Algae S. 258.

Syn.: *Conferva affinis* KÜTZING, Alg. exs. Nr. 150.*) W. WEST et G. S. WEST 1903, Notes on Freshw. Algae III, Journ. of Bot. XLI, S. 76, Taf. 446, Fig. 14—17.

In sehr dichten gelbbraunen Rasen; Zellen zylindrisch, 5—5,4 μ dick, 9—14 mal so lang; Chromatophoren 1—3, wandständig, von unregelmäßiger Form, ohne Pyrenoide. Zellhaut dünn, aber fest.

Die Art ist sehr charakteristisch. Namentlich die Chromatophoren sind von denen der übrigen Arten sehr verschieden. Sie sind wandständig, sehr dünn und besitzen sehr unregelmäßige Ränder. Die Zellfäden brechen in H förmige Stücke auseinander. Die Endzelle eines Fadens ist oft in eine sehr feine haarförmige Spitze ausgezogen.

Vorkommen: Groß-Britannien.

*) Die Beschreibung in RABENHORST, Flora europaea Algarum III, S. 322, stimmt nur teilweise mit der Diagnose von WEST überein. Jedenfalls reicht sie zur Bestimmung nicht aus. Da RABENHORST auch eine Alge in seiner Exsiccatensammlung (Nr. 43) unter diesem Namen ausgegeben hat, welche nach WILLE überhaupt nicht zur Gattung gehört, sind wohl zwei Arten in der Diagnose zusammengeworfen. Die Abbildung in KÜTZING, Tab. Phyc. III, Taf. 42, Fig. VI, von *Conferva subtilis*, welche von RABENHORST ebenfalls hier zitiert wird, reicht zur Bestimmung nicht aus.

Unsichere Arten.

Es ist schon in dem kurzen Abschnitt, der die Geschichte der *Heterokontae* betrifft, darauf hingewiesen, daß unter dem Namen *Conferva* sehr viele schlecht beschriebene Arten zusammengefaßt wurden, von denen ein Teil bereits zu anderen Gattungen übergeführt ist. Es würde über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen, die Geschichte der einzelnen Arten zu verfolgen, doch scheint es mir für die Bestimmung der Arten wichtig, wenigstens die Hauptzüge dieser Geschichte der Gattung darzulegen.

Während die älteste zusammenfassende Arbeit von RABENHORST 1847*) noch ein ziemliches Durcheinander von Arten aufweist und auch noch Arten mit verästelten Fäden aufgeführt werden, ist 1863**) ein wesentlicher Fortschritt zu verzeichnen, indem der Name auf astlose Algen beschränkt wird. Die Gattung wird in zwei Abteilungen zerlegt, von denen die erste die Algen umfaßt, die eine glatte Oberfläche ohne Eisen- und Kalkanlagerungen besitzen, während die zweite die zu der von KÜTZING***) aufgestellten Gattung *Psichohormium* gehörigen Arten enthält. Die Gattung *Microspora* THURET wird angenommen. Bezüglich der Gattung *Conferva* sagt RABENHORST: „Möglich und wahrscheinlich ist es, daß ein Teil der hier verzeichneten Arten sterile Oedogonien sind, die anderen zu *Microspora* gehören." Die Flora europaea Algarum von demselben Verfasser 1868 gibt eine genauere Übersicht über die Verteilung, bei der auch die außerhalb Europas gefundenen berücksichtigt sind. Während zu *Microspora* 6 (und 2 zweifelhafte) gerechnet werden, sind unter dem Namen *Conferva* 30 Arten und 5 Varietäten aufgeführt (10 Arten und 4 Varietäten *Conferva* KÜTZ., 10 Arten und 1 Varietät *Psichohormium* KÜTZ., 10 zweifelhafte Arten). Es ist aber zu bemerken, daß die Gattungscharaktere sehr mangelhaft angeführt sind. Auffällig ist insbesonders die Angabe RABENHORSTs, daß die Fortpflanzung bei *Conferva* unbekannt sei, trotzdem er die betreffenden Werke von A. BRAUN †) und DERBÈS et SOLIER ††) zitiert. Der feinere Bau der Zellen war damals noch unbekannt. Deshalb ist es wohl erklärlich, daß KIRCHNER 1878 †††) beide Gattungen wieder vereinigte. Diese Vereinigung bedeutet entschieden einen Rückschritt, der sich noch heutigentags bemerkbar macht, da das genannte Werk für floristische Arbeiten sehr viel benutzt wurde. Über den Bau der sterilen Fäden wird nur gesagt, daß sich die Conferven von *Ulothrix* nur schwer durch die robusteren Zellwände und den mehr

*) Deutschlands Kryptogamen-Flora Bd. II, Algen. Leipzig 1847.

**) Kryptogamen-Flora von Sachsen u. s. w., I. Abt. Leipzig 1863.

***) Species Algarum. Leipzig 1849.

†) Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung 1851. — Über *Chytridium* 1855.

††) DERBÈS, A. et SOLIER, A. J., Mém. sur quelques points de la physiol. des Algues. Paris 1856. (RABENHORST zitiert 1853.)

†††) KIRCHNER, Algen in COHN, Kryptogamen-Flora von Schlesien, S. 78. — LAGERHEIM, Studien S. 194, meint, daß KIRCHNER hierin dem Beispiele WILLEs gefolgt sei. Dies ist aber wohl nicht der Fall, da WILLE diese Meinung erst 1879 veröffentlichte (Ferskvandsalger fra Novaja Semlja). Vor ihm hatte sich bereits KOLDERUP ROSENVINGE für die Vereinigung beider Gattungen ausgesprochen, 1879.

körnigen Zellinhalt unterscheiden. Auch HANSGIRG*) vereinigte beide Gattungen unter dem Namen *Conferva*. Er führt viele der älteren Arten auf und gibt ergänzende Bemerkungen zu den Diagnosen, doch scheinen mir auch manche der von ihm angeführten Arten einer weiteren Untersuchung bedürftig, da HANSGIRG sich in bezug auf die Umgrenzung der Arten noch sehr an die ältere Systematik anlehnt.

Einen wesentlichen Fortschritt dagegen bedeuten die Arbeiten WILLEs (1879 bis 1883)**). Obwohl von der Voraussetzung ausgehend, daß *Conferva* und *Microspora* zu einer Gattung gehören, hat er mehr als je einer vor ihm dazu beigetragen, die Systematik dieser Gattungen zu klären. Er betont die Übereinstimmung der Gattungen in bezug auf den Bau der Membran. Wenn es sich auch später erwies, daß die Übereinstimmung eine nicht so weitgehende ist, wie WILLE annimmt, fand sich doch in den charakteristischen H förmigen Bruchstücken und pfriemenförmigen Zellenden ein Merkmal, welches beide Gattungen von den übrigen fälschlicherweise dahingerechneten Arten unterscheidet. WILLE***) reduziert die *Conferva*- (inkl. *Microspora*-) Arten auf 14†) (davon sind 2 neu, 2 werden als zweifelhaft bezeichnet).

Außerdem teilt WILLE die Ergebnisse seiner Untersuchungen von KÜTZING, Dekaden, und RABENHORST, Alg. exsicc., mit, durch welche festgestellt wurde, daß 21 Nummern der ersten und 23 Nummern der letztgenannten Sammlung, welche als *Conferva* oder *Ulothrix* ausgegeben waren, nicht zu *Conferva* WILLE gehören. Seine Angaben über die jetzt zu *Tribonema* gerechneten Arten sind oben mitgeteilt, über die hinsichtlich der zweifelhaften Arten wird noch gesprochen werden. Bei der Benutzung der WILLEschen Arbeiten muß man sich stets gegenwärtig halten, daß von ihm *Microspora* und *Conferva* (*Tribonema*) zu einer Gattung gerechnet werden. OLTMANNS††) zitiert z. B. *Conferva pachyderma* und *C. stagnorum*, die doch zweifellos zu *Microspora* gehören, neben *Tribonema bombycinum* bei den *Heterokontae*.

Auf Grund der Entwicklungsgeschichte, des Baues der Chromatophoren und des Assimilationsproduktes betont LAGERHEIM 1887†††) die Notwendigkeit der Trennung der beiden Gattungen, die er 1889*[1]) näher begründet. Bei *Conferva* behält er nur *C. bombycina* AGARDH und *C. utriculosa* KÜTZ. und andere *Conferva* WILLE mit scheibenförmigen, nicht stärkeführenden Chromatophoren.

DE TONI 1889**[1]), der nur die erste Mitteilung benutzen konnte, führt die Trennung durch, wobei er allerdings wegen der mangelnden ausreichenden Vorarbeiten sehr viel fraglich lassen mußte. Dem Zwecke seines Werkes entsprechend werden auch alle zweifelhaften Arten namhaft gemacht, so daß die Gattung *Conferva* LAGERHEIM nicht weniger als 48 Nummern umfaßt. Die letzten 24 werden schon von DE TONI als nicht

*) Prodromus der Algenflora von Böhmen. Prag 1886—88.

**) Ferskvandsalger fra Novaja Semlja, 1879. — Om Celledelingen hos *Conferva*. 1880. — Om Hvileceller hos *Conferva* 1882. — Om Akineter og Aplanosporer hos Algerne, 1883.

***) Hvileceller S. 20.

†) *C. aponina* (Poll.) KÜTZ. wird von WILLE selbst in der deutschen Übersetzung PRINGSHEIMs Jahrb. XVIII, 1887, S. 472, ausgeschieden. Sie gehört nach STOCKMAYER zu *Rhizoclonium hieroglyphicum* KÜTZ. em STOCKM.

††) Morph. und Biol. der Algen I, S. 24.

†††) Zur Entwicklungsgeschichte einiger Confervaceen. Ber. Deutsche Bot. Ges. V, S. 17.

*[1]) Studien über die Gattungen *Conferva* und *Microspora*. Flora 1889, Heft 3, S. 179.

**[1]) Sylloge Algarum Vol. I.

genügend bekannt oder als höchst wahrscheinlich nicht zur Gattung gehörig bezeichnet. Nr. 1—14 werden als Subs. *Euconferva* zusammengefaßt, 15—23 als Subs. *Psichohormium*. Von allen diesen bleiben vielleicht nur *Conferva bombycina* und *C. utriculosa* übrig. Ob *C. glacialis* KÜTZ. und *C. glacialioides* WOLLE gute Arten sind, kann ich nicht entscheiden, scheint mir aber fraglich.

WILLE nimmt 1897 in den Natürlichen Pflanzenfamilien die Teilung der Gattungen *Microspora* und *Conferva* an und bemerkt, daß die ca. 25 beschriebenen *Conferva*-Arten vielleicht nur Formen von *C. bombycina* sind. Den Abschluß der Frage über die Verwandtschaft von *Microspora* und *Conferva* gibt BOHLIN, der nachweist, daß auch die Übereinstimmung im Bau der Membran nur eine scheinbare ist.

Ich habe versucht, eine Zusammenstellung der wirklich zur Gattung *Tribonema* gehörigen Arten oder Formen zu geben. Wenn ich mich so ausführlich über die Geschichte der Gattung ausgelassen habe, so geschah es, um zu zeigen, wieviel Verwirrung ungenaue Beschreibungen anrichten können und darauf hinzuweisen, daß nur mit Berücksichtigung der neueren Literatur eine Bestimmung möglich ist. Sicher ist die große Zahl der unsichern Arten dem Umstande zuzuschreiben, daß der ersten Beschreibung Herbarmaterial zugrunde gelegt wurde, bei dem die Inhaltsbestandteile der Zellen unkenntlich waren. Es hat gar keinen Wert, von diesen veralteten Arten, von denen niemand weiß, was sie vorstellen, Standorte aufzuführen. Da aber noch bis in die Gegenwart solche Arten in floristischen Werken stehen, muß ich diesen wohl auch einige Worte widmen.

1.

Für das hannoversche Nachbargebiet sind kürzlich zwei Arbeiten *) erschienen, die ich wohl wegen der Lage des Gebiets nicht übergehen kann. Die Bestimmung der hier in Betracht kommenden Algen ist augenscheinlich mit Hilfe von KIRCHNERS Flora erfolgt. Ohne die Bedeutung dieser Flora für die damalige Zeit herabsetzen zu wollen, scheint mir die Benutzung dieses Werks gerade zur Bestimmung dieser Algenformen heute sehr unzureichend. Wenn man die Arten nicht kennt, glaube ich überhaupt nicht, daß man nur mit Hilfe dieser Arbeit richtige Bestimmungen liefern kann.

Im folgenden gebe ich eine Übersicht der von KIRCHNER**) aufgezählten *Conferva*-Arten. Die von ihm nicht beobachteten Arten sind mit * versehen. In den Spalten rechts ist die Zahl der von SCHMIDT und SUHR beobachteten Fundorte angegeben.

KIRCHNER	SCHMIDT	J. SUHR
1. *Conferva punctalis* DILLW.	2	14
2. „ *amoena* KG.	3	1
3. „ *abbreviata* RABH.	—	6
4. „ *floccosa* AG.	7, häufig	4
5. „ *vulgaris* (RABH.) KIRCHN.	5	13, sehr häufig
6. „ *tenerrima* KG.	—	4
7.* „ *Funckii* KG.	3	—
8. „ *bombycina* AG.	7, häufig	—
9.* „ *rhypophila* KG.	3	—
10. „ *fugacissima* ROTH.	3	—

*) SCHMIDT, M., Grundlagen einer Algenflora der Lüneburger Heide. Göttingen 1903. — SUHR, J., Die Algen des östlichen Weserberglandes. Hedwigia XLIV, 1905, S. 230—300.

**) Algenflora von Schlesien S. 78.

Kirchner	Schmidt	J. Suhr
11. *Conferva pallida* Kg.	1	—
12.* „ *utriculosa* Kg.	—	—
13. „ *affinis* Kg.	3	—
14.* „ *fontinalis* Berk.	1	—

1. **Conferva punctalis** Dillw. Diese Art ist von Rabenhorst zu *Microspora* gestellt. De Toni *) führt sie unter den unsicheren Arten auf. Er bemerkt: vergl. *Hormiscia subtilis*. Wenn die Abbildung in Kützing, Tab. phyc. III, Taf. 42 III, wirklich diese Art vorstellt, ist es kaum etwas anderes als *Ulothrix*.
2. **C. amoena** Kg. = *Microspora amoena* (Kütz.) Rabenh.
3. **C. abbreviata** Rabh. = *Microspora abbreviata* (Rabh.) Lagerh. Es scheinen aber mehrere Arten unter diesem Namen vereinigt, die nach der kurzen Diagnose nicht auseinandergehalten werden können.
4. **C. floccosa** Ag. = *Microspora floccosa* (Vauch.) Thur.
5. **C. vulgaris** (Rabh.) Kirchn. Diese Art ist von Rabenhorst als *Microspora* aufgestellt und wird auch von De Toni**) bei dieser Gattung zitiert. Trotzdem die Art vielfach beobachtet worden ist, scheint sie nicht zu den ganz sicheren zu gehören. Lagerheim***) führt sie in seiner Aufzählung nicht auf, erwähnt aber,†) daß sie vielleicht eher zu *Conferva* (*Tribonema*) gehöre. Suhr führt zahlreiche Standorte an. Ob hier nicht eine Verwechslung mit *Tribonema bombycinum* vorliegt, die dieser Autor gar nicht beobachtet hat?
6. **C. tenerrima** Kg. s. S. 130.
7. **C. Funckii** Kg. Von Wille††) ist festgestellt, daß diese Art synonym ist mit *Conferva ochracea* Kütz. Doch auch diese Art ist nicht genügend bekannt. Zum größten Teil sind dazu wohl Angehörige der Gattung *Microspora*†††) zu rechnen.
8. **C. bombycina** Ag. = *Tribonema bombycinum* Derb. et Sol. Auffällig ist das Fehlen dieser Art bei Suhr (s. oben).
9. **C. rhypophila** Kg. Von Hansgirg wird diese Art als Varietät zu *C. tenerrima* Kütz. (s. oben) gestellt. Nach Wille ist *C. rhypophila* Kg. in Rabenhorst, Alg. n. 317, weder *Conferva (Tribonema)* noch *Microspora*. Beschreibung und Abbildungen sind nicht ausreichend. Angegeben aus dem Gebiet von Selk und Reinbold im Plankton der Elbe.
10. **C. fugacissima** Roth. Von Rabenhorst zu *Microspora* gestellt, wo sie auch bei De Toni*[1]) steht. Beide Autoren zitieren Rabenhorst, Alg. n. 709. Diese Nummer gehört nach Wille aber zu *Tribonema bombycinum* forma *minus*.
11. **C. pallida** Kg. Nach Wille gehört *C. bombycina β. pallida* Kütz. in Rabenhorst, Alg. exsicc. n. 273 und 2366, überhaupt nicht zu *Microspora* und *Conferva*. Von Hansgirg**[1]) und De Toni***[1]) wird sie als Varietät von *Conferva bombycina* aufgeführt.
12. **C. utriculosa** Kg. = *Tribonema bombycinum* var. *utriculosum*.
13. **C. affinis** Kg. Von Rabenhorst wird bei dieser Art n. 43 seiner Algensammlung zitiert. Wille†[1]) gibt an, daß diese Nummer (*C. affinis* Kütz. *β. inaequalis*) überhaupt nicht zu *Conferva* (Wille) gehöre (s. S. 135).
14. **C. fontinalis** Berk. Nach G. S. West Brit. Freshw. Algae S. 103 ist die Art synonym mit *Rhizoclonium hieroglyphicum* Kütz. em. Stockmayer. Schon Wille

*) Sylloge I, S. 230.
**) Sylloge S. 226.
***) Studien S. 207.
†) a. a. O. S. 185.
††) Hvileceller S. 22.
†††) De Toni, Sylloge S. 229.
*[1]) a. a. O. S. 227.
**[1]) Prodromus I, S. 74.
***[1]) Sylloge S. 216.
†[1]) Hvileceller S. 23.

hat darauf hingewiesen, daß RABENHORST, Alg. exsicc. n. 2543, die unter diesem Namen angegeben wurde, nicht zu *Conferva* (inkl. *Microspora*) gehöre. Ältere Abbildungen, wie KÜTZING, Tab. phyc. III, Tab. 45 IV und Flora Danica, Taf. 651, stimmen besser zu *Rhizoclonium* als zu *Microspora*, wohin die Art von DE TONI*) gestellt wurde.

2.

Conferva *(Chaetomorpha?)* **Ansonii** AGARDH *β.* **brevis** NORDSTEDT in WITTROCK et NORDSTEDT, Alg. exsicc. n. 420. — LAGERHEIM, *Chaetomorpha*, Ber. deutsche Bot. Ges. V, S. 199, Taf. IX, Fig. 11—13. — BOHLIN, *Confervales* S. 50, Taf. I, Fig. 41, 42.

Microspora brevis (NORDSTEDT) LAGERHEIM, Studien S. 208.

Zelle 30—32 μ dick, 1½—2 (1—2½) mal so lang. Der Bau der Membran ähnelt sehr dem der Gattung *Tribonema*. Dagegen zeigt sie Zellulosereaktion, und der Zellinhalt weist Stärke auf.

Aus diesem Verhalten schließt BOHLIN, daß die Art vielleicht Repräsentant einer neuen Gattung sei. LAGERHEIM fand bei seiner Untersuchung vielfach Zellen, die mit einem runden Loch versehen waren. „Es sind diese Zellen möglicherweise Sporangien, die ihren Inhalt in Form von Zoosporen durch das runde Loch entleert hatten. Wenn dies wirklich der Fall ist, muß diese Alge eine neue Gattung bilden." LAGERHEIM meint aber, die runden Öffnungen könnten auch durch einen Parasiten hervorgerufen sein. Ich beobachtete solche kreisrunden Öffnungen einmal bei einer zu *Tribonema bombycinum* gehörigen Form aus dem Dosenmoor bei Neumünster.

3.

Conferva Sandwicensis AGARDH 1824, Syst. Alg. S. 91. — NORDSTEDT, De Algis et Characeis Sandvicensibus 1878, S. 18, Taf. 1, Fig. 25. — SCHMIDLE, Algol. Notizen II., Allg. Bot. Zeitschr. 1897, S. 3. — BORZI, Nuova Notarisia 1892, S. 47. — LEMMERMANN, ENGLERs Jahrb. XXXIV, S. 632. — W. et G. S. WEST, Journ. of Bot. XXXV, 1897, S. 34.

Zellen 16—20, seltener bis 26 μ dick, 2—4 mal so lang (nach der Basis zu 5—10 mal so lang), Zellhaut bisweilen dick und geschichtet.

Vorkommen.

Polynesien (nach AGARDH, NORDSTEDT, BORZI, LEMMERMANN), Afrika (W. et G. S. WEST).

Diese Art habe ich hier aufgeführt, da sie von mehreren neueren Autoren noch als *Conferva* bestimmt ist. Außer NORDSTEDT nenne ich BORZI, G. S. WEST und LEMMERMANN. SCHMIDLE dagegen kommt auf Grund der Untersuchung gut konservierten Materials zu dem Resultat, daß diese Alge zu *Rhizoclonium hieroglyphicum* (KÜTZ.) STOCKM. gehört und sich wohl der Var. *a. typicum* (DE TONI) STOCKM. angliedern läßt.

Im Botanischen Garten in Kiel beobachtete ich 1899 an den Wurzeln einer tropischen Wasserpflanze eine Alge, die ich früher zu *Conferva Sandwicensis* gerechnet hatte. Nach den Untersuchungen SCMIDLEs ist ja dieses Vorkommen nichts Merkwürdiges. Leider besitze ich kein Material mehr und enthalte mich daher weiterer Angaben.

*) Sylloge S. 230.

Bumilleria*) BORZI 1895.

BORZI, Studi Algologici II, S. 185.

Syn.: *Hormotheca* BORZI 1885 in MARTEL, Contrib. alla conosc. dell' Algol. romana. Ann. dell' Ist. bot. di Roma. I. Fasc.

Literatur: KLEBS, Die Bedingungen der Fortpflanzung S. 376 bis 394, Taf. II, Fig. 9—20.

Thallus fadenförmig, Zellen verhältnismäßig locker zusammenhängend, Fadenstücke bei einer Art noch von den Membranstücken der Mutterzelle kappenförmig begrenzt.[1] Zellen oblong oder elliptisch-zylindrisch oder fast quadratisch. Zellmembran aus Pektose bestehend, homogen, nicht aus zwei regelmäßigen Hälften bestehend, wie es bei *Tribonema* der Fall ist. Chromatophoren 2—10, wandständig, scheibenförmig. 1—2 Kerne in jeder Zelle. Vermehrung durch Spaltung[2]) der Fadenzellen in freiwerdende Einzelzellen, die zu 4—8, seltener zu 16 in jeder Zelle durch Quer- oder Längsteilungen entstehen und entweder bald keimen und neue vegetative Fäden liefern oder zu Hypnosporen werden. Ungeschlechtliche Zoosporen[3]), mit einer langen (und einer kürzeren?) Cilie, entstehen zu 2—4 in jeder Zelle.

Aus roten, ölhaltigen Ruhezellen[4]) entwickeln sich (nach BORZI) 2—4—8 Gameten mit zwei Cilien. Zygoten den Einzelzellen ähnlich und durch Keimung neue vegetative Fäden liefernd.

Anmerkungen.

1) Vegetativer Faden: Aus den getrennten Zellen eines vegetativen Fadens entwickelt sich durch Teilung wieder ein solcher Faden. BORZI faßt die Einzelzellen als Individuen auf und den Faden als Kolonie. „Die Konstitution der so entstandenen Kolonien ist charakteristisch für die in Rede stehende Gattung und zeichnet den vegetativen Zustand aus.“ Schon WILLE**) erkannte, daß keine einzellige koloniebildende Alge vorliege, sondern eine Fadenalge. KLEBS***) wies durch Kulturversuche nach, daß die Bildung dieser kurzen Fäden kein konstantes Merkmal sei, sondern daß sich unter günstigen Bedingungen auch lange Fäden entwickeln können. Er bildet sogar einen Faden ab, dessen Spitze verzweigt ist. Dies ist weniger auffällig, wenn wir bedenken, daß der Zerfall der Einzelzellen in frei werdende Tochterzellen durch Quer- und Längsteilungen eingeleitet wird. Der Zusammenhang der Zellen ist aber nur ein lockerer und wird durch das Verkleben der älteren Membranen mit den jüngeren zu erklären sein. Bei *B. sicula* sind die Reste der Mutterzellmembran deutlich sichtbar, bei *B. exilis* zerreißt die



Fig. 40 a—d. a, b. *Bumilleria sicula* BORZI. a. Zelle durch vegetative Teilung einen neuen Faden bildend. $^{125}/_{1}$. b. Bildung der Gonidien. $^{125}/_{1}$. (Nach BORZI.) c, d. *Conferva* spec. (Nach FAMINTZIN.)

*) *Bumilleria*. Von BORZI nach einem Freunde benannt (Stud. Algologici S. 186).

**) Nat. Pflanzenfam. I, S. 85, Fig. 49.

***) Bedingungen der Fortpflanzung S. 377.

Mutterzellmembran jedenfalls nicht plötzlich, sondern wird ganz allmählich ausgedehnt und mit den Tochterzellhäuten völlig verklebt. Daher ist bei dieser Art der Zusammenhang des Fadens ein größerer, und die Zellhauben fehlen. Bei *B. pumila* ist die gesamte Membran verschleimt. Die langen Zellfäden erinnern sehr an *Tribonema*, unterscheiden sich aber durch das geschilderte Verhalten der Membran. Während die Membran bei *Tribonema* von vornherein*) aus zwei Stücken besteht, die bei der Zellteilung regelmäßig auseinanderweichen, stellt bei *Bumilleria* die Zellmembran einen geschlossenen zylindrischen Schlauch dar, der bei künstlich herbeigeführter Quellung an der dünnsten Stelle platzt. Auch G. S. WEST legt auf die Beschaffenheit der Membran ein Hauptgewicht. In seiner Diagnose von *Bumilleria* schreibt er: „Die Zellen der Gattung sind in l a n g e n Fäden angeordnet, welche von denen der Gattung *Conferva* hauptsächlich durch den Bau der Zellwand verschieden sind. Die letztere ist homogen und bricht nicht leicht in H förmige Stücke. Die Pektose bildet anstatt dicht aneinander gelagerte Schichten einen deutlichen Schleimzylinder, in welchen die Zellen eingebettet zu sein scheinen." WEST gründet seine Beschreibung auf die von ihm neu aufgestellte Art *Bumilleria pumila*. Ob diese überhaupt zur Gattung gehört, kann fraglich erscheinen. Jedenfalls scheint es mir nicht angängig, daß er die spezifischen Eigenschaften zu Gattungsmerkmalen erhebt, da sie für die beiden anderen Arten nicht zutreffen, um so weniger, als mir die Umwandlung der Membran in Schleim auch kein besonders günstiges Trennungsmerkmal von *Tribonema* zu sein scheint, da verschleimte Fäden auch hier sehr häufig sind. Allerdings muß ich zugeben, daß man auch bei diesen die Membranstruktur oft sogar sehr deutlich an der verschiedenen Lichtbrechung erkennen kann, bereits ohne künstliche Nachhilfe.



Fig. 41. *Tribonema bombycinum* DERB. et SOL. Anormale Zellteilung. [illegible]/1. (Nach V. ISTVANFFI.)

Bei *Tribonema* können unter besonderen Verhältnissen auch Zellteilungsbilder entstehen, die sehr an *Bumilleria* erinnern. So beschreibt VON ISTVANFFI**) einen Fall von sehr schneller Zellteilung, dessen bildliche Darstellung (Fig. 41) viel Ähnlichkeit mit dem von KLEBS abgebildeten langen Faden von *Bumilleria sicula* hat. Die durch Teilung einer Mutterzelle mit ausgebildeter Membran entstandenen Tochterzellen teilen sich wieder, bevor sich eine normale Membran gebildet hat. So entsteht eine Reihe dünnwandiger Zellen, die von der Mutterzellmembran kappenförmig begrenzt werden.

2) V e r m e h r u n g d u r c h S p a l t u n g: KLEBS erklärt den Spaltungsprozeß für charakteristisch für *Bumilleria* im Gegensatz zu *Tribonema*. BORZI hält die durch die Zellteilung entstandenen Teilzellen für besondere Fortpflanzungszellen, die er als Gonidien bezeichnet. KLEBS weist darauf hin, daß der Vorgang ganz gleich zu setzen sei dem Spaltungsprozeß, wie er bei den *Hormidium*-Arten bekannt ist. Die Trennung der Einzelzellen wird durch den losen Zusammenhang erleichtert. Die Spaltung dient nach KLEBS hauptsächlich zur Vermehrung bei langsam eintretendem Mangel an Feuchtigkeit. Es scheint mir von Interesse, hier auf einige Beobachtungen aufmerksam zu machen, die sich nach den Autoren auf *Tribonema*

*) BOHLIN, *Confervales* Taf. I, Fig. 12, 13.

**) Balaton, S. 108, Fig. 10 (ungar. Ausg.).

(*Conferva*) beziehen und die Verwandtschaft beider Gattungen noch näher erscheinen lassen, falls nicht etwa überhaupt *Bumilleria* vorgelegen hat. FAMINTZIN*) berichtet folgendes: „Unter Verhältnissen, die näher anzugeben ich bis jetzt noch nicht imstande bin, geht bei der *Conferva* ein Zerfallen in ihre einzelnen Glieder vor sich. Eine jede Zelle der *Conferva* teilt sich in eine Reihe Glieder, wobei die Mutterzellmembran wie früher in zwei ungleiche Teile quer zerrissen wird, und die neu gebildeten Zellen treten hervor, zuerst noch durch eine, wenn auch äußerst dünne Membran zusammengehalten; letztere wird jedoch bald aufgelöst, und die einzelnen Glieder trennen sich voneinander. Sie haben alle eine verlängerte, mehr oder weniger zylindrische Gestalt. — Über die weitere Entwicklung dieser zylindrischen freien Confervazellen kann ich nur angeben, daß sie sich in die Länge strecken und dann wieder in 4 oder 8 neue Zellen zerfallen, wobei die Zellmembran ganz ebenso abgestreift wird wie vorher und die einzelnen Glieder sich wieder trennen." (Fig. 40 c. d.) LAGERHEIM**) teilt mit, daß er ähnliche Beobachtungen gemacht habe: „Es schien mir, als ob die auf diese Weise durch wiederholte Teilung entstandenen Zellen schließlich in ein Ruhestadium eintraten."

3. Zoosporen: Die Zoosporen sind von KLEBS bei *B. sicula* und *B. exilis* beobachtet und die Bedingungen ihrer Entstehung experimentell festgestellt. Bei der ersten Art gibt KLEBS in Übereinstimmung mit BORZI an, daß die Zoosporen bildenden Zellen erst an einer Seite aufspringen und erst nachträglich die ganze Zelle zerreißt. Bei *B. exilis* dagegen berichtet KLEBS, daß der Faden „wie bei einer *Conferva* in Hförmige Stücke zerfällt".

   Wichtig scheint mir insbesonders, daß die Zoosporen bei der Keimung kein Rhizoid entwickeln, trotzdem sie die amöboide Beschaffenheit der *Tribonema*-Zoosporen in noch höherem Maße besitzen.

4. Ruhezellen (Akineten): KLEBS spricht die Ansicht aus, daß die von BORZI beschriebenen Ruhezellen, die sich zu Gametangien umbilden, wahrscheinlich überhaupt nicht zu *Bumilleria* gehören. Jedenfalls hat BORZI den Beweis nicht gebracht. Damit ist die geschlechtliche Fortpflanzung überhaupt in Frage gestellt. Zu Ruhezellen können alle Zellen des *Bumilleria*-Fadens werden, falls dieser zerfällt. Die Einzelzellen enthalten fettes (nie rötliches) Öl und die Membranen sind verdickt.

Schlüssel der Arten.

Vegetative Zellen 15—18 μ dick . . . . *B. sicula.*
Vegetative Zellen viel dünner.
  Zellwand verschleimt, zahlreiche Chromatophoren . . . . . *B. pumila.*
  Zellwand nicht verschleimt, zwei Chromatophoren . . . . . . *B. exilis.*

B. sicula BORZI 1895.

BORZI, Stud. Algolog. II, S. 186, Taf. XVI, XVII. — KLEBS, Bedingungen etc. S. 376—389, Taf. XII, Fig. 9—14.

Vegetative Zellen 15—18 μ dick, Chromatophoren 2—4 μ dick, Zoosporen 8—10—12 μ lang, 6—8 μ breit. (Fig. 40 a b.)

Gameten 5—6 μ lang, Zygosporen 14—17 μ Durchmesser. (Nach BORZI.)

*) Die anorganischen Salze S. 262, Taf. III, Fig. 73—86.
**) Studien S. 195.

Vorkommen: Sizilien, auf feuchter Erde (BORZI). — Basel, in einem Kulturgefäß (KLEBS). — Lüneburger Heide, drei Standorte, als wahrscheinlich verbreitet bezeichnet (SCHMIDT).

B. pumila W. WEST et G. S. WEST.

W. WEST et G. S. WEST, Notes on Freshwater Algae III, Journ. of Botany XLI, 1903, S. 77, Taf. 446, Fig. 22, 23. — WEST, Brit. Freshw. Algae S. 258, Fig. 121, J.

Zellen klein, fast quadratisch oder oblong-quadratisch, einen einfachen Faden in einer schleimigen Scheide bildend*); Chromatophoren 8—10, klein, scheibenförmig, wandständig, ohne Pyrenoide. Zellen 4,8 bis 5,7 μ dick, 5—6 μ lang (Fig. 42).

Vorkommen: Großbritannien, einmal in großer Masse beobachtet (WEST).

Die Mitteilungen über diese Art sind noch recht dürftig. Die Abbildung, welche sich im Journ. of Bot. a. a. O. findet, zeigt zwei Zellen in Teilung. Doch ist auch diese Zeichnung nicht charakteristisch für *Bumilleria*.

Fig. 42. *Bumilleria pumila* W. WEST et G. S. WEST. $^{450}/_{1}$. (Nach WEST.)

B. exilis KLEBS 1896.

KLEBS, Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen S. 389, Taf. II, Fig. 15—20.

Zellen klein, 3,5—4 μ (höchstens 4,5 μ) dick, durchschnittlich $1^1/_2$ mal so lang; Fäden lang, Zellen an den Querwänden häufig etwas eingeschnürt.

Vermehrung durch Fadenzerfall und durch Zoosporen. Zoosporen — zwei in jeder Zelle, durch ringförmiges Platzen der Zellhaut frei werdend, wodurch der Faden in H förmige Stücke zerfällt — 4,5—5 μ lang, 1,8—2 μ breit, mit zwei Chromatophoren. Bei der Keimung wird die Zelle kugelig oder breit oval. Ein Rhizoid wird nicht entwickelt. Jede Zelle des Fadens kann zur Dauerzelle werden. Die Dauerzellen sind mit fettem Öl erfüllt und mit etwas derberer Membran als die übrigen Zellen versehen.

Vorkommen: In einer Kultur in Basel (KLEBS).

Botrydiaceae ROSTAFINSKI et WORONIN 1877.

ROSTAFINSKI et WORONIN, Über *Botrydium granulatum*, Bot. Ztg. 1877, S. 668 (Sep. S. 15). — BORZI, Studi Algologici II, S. 199 z. T.

Thallus einzellig-vielkernig, von der Form eines Bläschens, mit entwickelten Rhizoiden auf feuchtem Boden sitzend. Zahlreiche wandständige Chromatophoren. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Zoosporen und Aplanosporen (geschlechtliche durch Gameten?).

*) Der Schleim ist nicht geschichtet, sondern zeigt überhaupt keine Struktur. Die Strichelung in der Figur soll nur den Schleim andeuten.

Gattung: *Botrydium.*

Botrydium*) WALLROTH 1815.

WALLROTH in Annus botanicus 1815, S. 153. — WORONIN et ROSTAFINSKI, Über *Botrydium granulatum* S. 669 z. T. (S. 15—16 z. T.).

Syn.: *Hydrogastrum* 1818 DESV. Fl. Ang. S. 19 z. T.

B. granulatum (L.) GREVILLE 1830.

GREVILLE, Algae britannicae Taf. XIX.

Literatur: ROSTAFINSKI et WORONIN, Über *Botrydium granulatum*, Bot. Ztg. 1877 S. 669, VII—XI (exkl. Fig. 15—17, 29—35, 37—41, 50—64, 66 = *Protosiphon* KLEBS, Fig. 25—28, 49 = *B. Wallrothii* KÜTZING). (Sep. S. 16, Taf. I—V). — KLEBS, Bedingungen etc. S. 223, Taf. I, Fig. 17—19.



Fig. 43. *Botrydium granulatum* (L.) GREV. 22/1. (Nach WEST.)

Syn.: *Ulva sphaerica aggregata* LINNÉ Fl. Suec. S. 1016. — *Ulva granulata* LINNÉ Spec. plant. S. 1633, n. 10. — Flora Danica Taf. 705. — *Linckia granulata* WEBER Primitiae Florae Holsatiae. Kiel 1780. S. 94. — *Vaucheria granulata* LYNGB. Tentamen Hydrophyt. Danicae 1819, S. 78.

Vegetative Zellen chlorophyllgrün, bis 2,5 mm groß, bläschenförmig, meist birnförmig, dünnwandig, mit Rhizoiden im Boden befestigt. Halsteil der Wurzel kurz, dünnwandig, allmählich in den blasenförmigen Teil übergehend (Fig. 43).

Vorkommen.

In der Provinz von mir trotz eifrigen Suchens nie gefunden. Auch aus anderen Gebieten als eine Pflanze von sehr lokaler Verbreitung und wechselnder Häufigkeit angegeben. Nach zuverlässigen Angaben auch im Gebiete früher beobachtet. Schon in WEBER, Primitiae Florae Holsatiae 1780, S. 94, erwähnt. Allerdings ist es nicht sicher, ob sich die Angaben nicht auf *Protosiphon* oder *Botrydium Wallrothii* beziehen.

Altona: Fußweg über eine Wiese bei Othmarschen. — Kiel: auf Wasserpflanzenkübeln im alten botanischen Garten (HENNINGS, briefl. Mitt.). — Hohenwestedt: an Iplands Teich (HENNINGS, briefl. Mitt.).

Sonstige Verbreitung: Kosmopolit**).

*) Botrydon = traubenweis, haufenweis.

**) Für afrikanische Exemplare haben W. und G. S. WEST eine var. *aequinoctiale* aufgestellt, die sich durch kleinere Dimensionen auszeichnet (Journ. of Botan. XXXV, 1897, S. 235.).

B. Wallrothii KÜTZING 1842.

KÜTZING, Über ein neues *Botrydium* (*B. Wallrothii*) Acta Caes. Leop. Carol. Nova Acta XIX, S. 383, Taf. 69, Fig. 1—5. — IWANOFF, Zur Entwicklungsgeschichte von *Botrydium granulatum* ROST. et WOR. Arb. d. k. St. Petersburger Ges. d. Naturf. 1898.

Zellmembran des blasenförmigen, kugeligen Thallus dick und geschichtet. Zellinhalt sehr dicht, schwarz olivengrün. Halsteil der Wurzel mit stark verdickter Wand, auf einer langen Strecke einfach, vom blasenförmigen Teil deutlich abgesetzt.

Diese Art wurde bis zu der Untersuchung IWANOFFs für das Hypnosporangium von *Botrydium granulatum* gehalten.

Literaturverzeichnis III.

Vergl. Literaturverzeichnis I, Seite 70, Nr. 12, 13, 14, 21, 31,
Literaturverzeichnis II, S. 87, Systematik und Nr. 75.

Die Werke, welche für die Systematik der *Heterocontae* besonders wichtig sind, sind mit fettgedruckten Nummern versehen.

85. ASKENASY und FORSTER, Beiträge zur badischen Algenflora. Mitt. des badischen botanischen Vereins 1892, Nr. 101, S. 1—6.

86. * BERTHOLD, G., Studien über Protoplasmamechanik. Leipzig 1886.

87. * BOHLIN, K. Studier öfver några slägten af alggruppen *Confervales* BORZI. Bihang till Kongl. Svenska Vet.-Akad. Handlingar 1897, Bd. 23, Afd. III, n. 3, S. 1—56, 2 Taf. (Sep. Abdr.) Mit deutschem Resümee.

88. * —, Zur Morphologie und Biologie einzelliger Algen. Öfvers. af Kongl. Vet.-Akad. Förhandlingar. Stockholm 1897, n. 9, S. 507—530. (Sep. Abdr.)

89. * —, Étude sur la flore algologique d'eau douce des Açores. Bihang till Kongl. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, Bd. 27, Afd. III, n. 4, 1901, S. 1—85, 1 Taf. (Sep. Abdr.)

90. * BORGE, O., Süßwasserchlorophyceen, gesammelt von KIHLMAN im nördlichen Rußland, Gouv. Archangel. Bihang till Kongl. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, Bd. 19, Afd. III, n. 5, 1894, 48 S., 1 Taf. (Sep. Abdr.)

91. * —, Australische Süßwasserchlorophyceen. Bihang till Kongl. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, Bd. 22, Afd. III, n. 9, 1896, S. 1—32, 4 Taf. (Sep. Abdr.)

92. * —, Süßwasseralgen aus Südpatagonien. Bihang till Kongl. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, Bd. 27, Afd. III, n. 10, 1901, S. 1—40, 2 Taf. (Sep. Abdr.)

93. * BORZI, A., Studi Algologici. Saggio di ricerche sulla biologia delle alghe. Fasc. I, S. 1—117, Taf. 1—9. Messina 1885. — Fasc. II, S. 118—378, Taf. 10—31, Palermo 1895.

94. —, Sullo sviluppo del *Mischococcus confervicola*. Malpighia 1888.

95. —, *Chlorothecium pirottae* BORZI. Malpighia 1888, S. 250—259.

96. —, *Botrydiopsis*, nuovo genere di alghe verde. Bolletino della Società Italiana Microscopisti, 1889.

97. * —, Alghe d'acqua dolce della Papuasia, raccolte su cranii umani dissepolti. Nuova Notarisia 1892.

98. * BRAUN, A., Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. Mit 3 Tafeln. Freiburg 1849—50. Leipzig 1851.

99. * BRAUN, A., Über *Chytridium*, eine Gattung einzelliger Schmarotzergewächse auf Algen und Infusoria. Abh. der Kgl. Akad. der Wissensch. zu Berlin 1855.

100. * —, Algarum unicellularium genera nova et minus cognita, praemissis observationibus de Algis unicellularibus in genere, 6 Taf., S. 1—111. Leipzig 1855.

101. DERBÈS et SOLIER, Mémoire sur quelques points de la physiologie des Algues. Supplément aux Comptes rendues. Tome I. Paris 1856.

102. DESVAUX, N. A., Observations sur les plantes des environs d'Angers pour servir de supplément à la Flore de Maine et Loire et de suite à l'Histoire naturelle et critique des plantes de France. Angers et Paris 1818.

103. DE WILDEMAN, E., Le genre *Microspora* THUR., doit-il être conservé? Compt. rend. Soc. Bot. Belg. 1887, S. 132.

104. EICHLER, R., Materyaly do flory modorostów okolic Miedzyrzecza. Pamietnick Fezyjograficzny, Tome XIV, 1894.

105. * EICHWALD, E., Nachträge zur Infusorienkunde Rußlands. Bull. de la Soc. imp. des nat. de Moscou 1847, Nr. 4, S. 285.

106. * ERNST, A., Siphoneenstudien I. Beih. Bot. Centralbl. XIII, 1902, S. 115—148, Taf. VI—X.

107. * FAMINTZIN, A., Die anorganischen Salze als ausgezeichnetes Hilfsmittel zum Studium der Entwicklung niederer chlorophyllhaltiger Organismen. Bull. de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg XVII, S. 226—281, 3 Taf. St. Petersburg 1872. (Sep. Abdr.)

108. * FRANCÉ, R., Über einige niedere Algenformen. Österr. Bot. Zeitschr. 1893, S. 202—205, 247—252, 282—286, 346—350, 381—386, Taf. XIII, 1 Textfig.

109. * GAIDUKOV, N., Über die Eisenalge *Conferva* und die Eisenorganismen des Süßwassers im allgemeinen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXIII, 1905, S. 250—253.

110. GAY, FR., Sur la formation des kystes chez les Chlorosporées (Bull. de la Société botanique de France, Tome XXXIII) Paris 1886.

111. * —, Recherches sur le développement et la classification de quelques algues vertes. Paris 1891.

112. * GOBI, CHR., *Peroniella Hyalothecae*, eine neue Süßwasseralge. Scripta Botanica, Bd. I, 1887, 18 S., 1 Taf. St. Petersburg. (Sep. Abdr. — Russisch und deutsch.)

113. * GUTWINSKI, R., Diagnoses nonnullarum algarum novarum in Galicia orientali anno 1890 collectarum. Nuova Notarisia 1892.

114. * —, De Algis a Dre RACIBORSKI anno 1899 in insula Java collectis. Bull. de l'Ac. des Scienc. de Cracovie 1902, S. 575—617, Taf. XXXVI—XL.

115. * HANSGIRG, A., Grundzüge der Algenflora von Nieder-Österreich. Beih. Bot. Centralbl. XVIII, Abt. II, Heft 3, S. 417—522.

116. HAZEN, T. E., The *Ulothrichaceae* and *Chaetophoraceae* of the United States. Memoirs Torrey Bot. Club XI, 1902, Nr. 2, S. 135—250.

117. * HERMANN, Über die bei Neudamm aufgefundenen Arten des Genus *Characium* in RABENHORST, Beitr. zur näheren Kenntnis und Verbreitung der Algen S. 23—30, Taf. VI, B. VII. (Sep. Abdr.)*)

118. * HIERONYMUS, G., *Chlorophyceae* in ENGLER, Ostafrika V, Pflanzenwelt C.

119. * ISTVANFFI, G. VON, Ruméliai Algák, FRIVALDSZKY imre gyüjtéséből. Algae nonnullae a beato E. FRIVALDSZKY in Rumelia lectae. Sep. Abdr. aus Természetrajzi Füzetek Vol. XIII, Part. 2—3, 1890, S. 67—77.

*) Für meine Vermutung, daß der Verfasser identisch sei mit Dr. HERMANN ITZIGSOHN (Nr. 121) habe ich keine bestimmten Anhaltspunkte finden können.

120. * ISTVANFFI, G. VON, Die Flora des Balatonsees. Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees, II. Bd. Die Flora des Balatonsees. I. Sect. Die Kryptogamenflora des Balatonsees und seiner Nebengewässer. Wien 1898. S. 1—150 mit 17 Bildern.
Die * ungarische Ausgabe erschien 1897 in Budapest.
121. * ITZIGSOHN, H., Über die Algengattung *Psichohormium*. Flora 1854. S. 17—20, Taf. I.
122. IWANOFF, Zur Entwicklungsgeschichte von *Botrydium granulatum* ROST. et WOR. Arb. der k. St. Petersburger Ges. f. Naturf. 1898.
123. * KARSTEN, H., Die Fortpflanzung der *Conferva fontinalis*. Bot. Zeitung 1852.
124. * KOLDERUP-ROSENVINGE, L., Bidrag til Kundskaben om Slaegterne *Ulothrix* og *Conferva* saerligt med Hensyn til Vaeggens Bygning. Bot. Tidskrift III, 3, S. 114, 1879.
125. * KRÜGER, W., Kurze Charakteristik einiger niederer Organismen im Saftflusse der Laubbäume. Hedwigia 1894, S. 240—266.
126. * KUETZING, F. T., Über ein neues *Botrydium* (*B. Wallrothii*). Acad. Caes. Leop. Nova Acta XIX, 1842, S. 383, Taf. LXIX.
127. * LAGERHEIM, G. VON, Zur Entwicklungsgeschichte einiger Confervaceen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1887.
128. * —, Über die Süßwasser-Arten der Gattung *Chaetomorpha* KÜTZ. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1887, S. 195—202, Taf. IX.
129. * —, Studien über die Gattungen *Conferva* und *Microspora*. Flora 1889, Heft 3, S. 179—210, Taf. V, VI.
130. * —, Chlorophyceen aus Abessinien und Kordofan. Nuova Notarisia 1893. S. 1.
131. * —, Über das Phycoporphyrin, einen Konjugatenfarbstoff. Videnskabs-Selskabets Skrifter. Kristiania 1895, I, n. 5, 25 S., 2 Fig. (Sep. Abdr.)
132. * LEMMERMANN, E., Das Genus *Ophiocytium*. Hedwigia XXXVIII, 1899, S. 20—38, Taf. III, IV, 4 Textfig.
133. * —, Das Plankton schwedischer Gewässer. Arkiv för Botanik II, Nr. 2, 1904, S. 1—209, 2 Taf.
134. * —, Die Algenflora der Sandwichinseln. ENGLERs Botan. Jahrbücher. XXXIV, 1905, S. 607—663, Taf. VII—VIII.
135. * LUTHER, A., Über *Chlorosaccus*, eine neue Gattung der Süßwasseralgen, nebst einigen Bemerkungen zur Systematik verwandter Algen. Bihang till Kongl. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, Bd. 24, Afd. III, n. 13. Stockholm 1899, S. 1—22, 1 Taf. (Sep. Abdr.)
136. MARTEL, E., Contribuzione alla conosc. dell'Algologia Romana. Annuario dell'Ist. botan. di Roma, Vol. I, Fasc. 2. Roma 1885.
137. * MÖBIUS, M., Australische Süßwasseralgen II. Abh. d. Senckenbergischen Nat. Ges., Bd. XVIII, 1894, S. 309—350, 2 Taf. (Sep. Abdr.)
138. * NÄGELI, C., Gattungen einzelliger Algen, physiologisch und systematisch bearbeitet. 139 S., 8 Taf. Zürich 1849.
139. * NORDSTEDT, O., De Algis aquae dulcis et de Characeis Sandvicensibus, a SV. BERGGREN 1875 reportatis. Lund. 1878, 6 S., 2 Taf. (Sep. Abdr.)
140. * —, Algological Notes 1—4. Botaniska Notiser. Lund 1906. S. 97—124.
141. * PERTY, M., Zur Kenntnis kleinster Lebensformen. Bern 1852.
142. * RABENHORST, L., Hedwigia 1853, Nr. 4, S. 15, Taf. II, Fig. 2. — Hedwigia 1854, Nr. 9, S. 52, Taf. IX, Fig. 1.
143. * REINSCH, P., Contributiones ad Algologiam et Fungologiam. 1874.
144. * —, Über das Protococcaceengenus *Actidesmium*. Flora 1891, S. 445—459, Taf. XIV, XV.

145. ROSTAFINSKI, J., und WORONIN, M., Über *Botrydium granulatum*. Bot. Ztg. 1877. (Auch separat erschienen.) S. 649—671, Taf. VII—XI.
146. SCHAARSCHMIDT, G. (ISTVANFFI, G. VON), Némely Chlorosporeák vegetativ alakváltorzairol. Mayg. Növ. Lapok VII, 1883, S. 103—113, 1 Taf. Kolozsvár 1883.
147. —, Diagnoses praeviae Algarum novarum, in Hungaria observatarum, ex Manuscripto „Addimenta ad cognitionem Algarum in turfosis Hungariae septentrionalis crescentium" intitulato, Academiae Hung. Scientiar. 1886. Mense Januarii tradito. Notarisia (Venezia) 1887, p. 234—242.
148. * SCHERFFEL, A., Kleiner Beitrag zur Phylogenie einiger Gruppen niederer Organismen. Bot. Ztg. 1901, LIX, S. 143.
149. * SCHMIDLE, W., Algologische Notizen II. Allg. Bot. Zeitschr. für System. etc. 1897, S. 3.
150. * —, Notizen zu einigen Süßwasseralgen. Hedwigia 1902, S. 150.
151. * SCHMIDT, MAX, Grundlagen einer Algenflora der Lüneburger Heide. Göttingen, Inaug.-Diss. Hildesheim 1903, 101 S., 2 Taf., 4 Textabb.
152. * SCHRÖDER, B., Planktologische Mitteilung, Biol. Centralbl., Bd. XVIII, 1898, S. 525—535, 3 Textfig.
153. * —, Neue Beiträge zur Kenntnis der Algen des Riesengebirges. Forschungsber. der Biol. Stat. Plön, VI, 1896, S. 9—47.
154. SERBINOW, J. L., Über den Bau und Polymorphismus der Süßwasseralge *Peroniella gloeophila* GOBI. Scripta Botan. Hort. Univers. Petropol XXIII, 18 S.
155. * STOCKMAYER, S., Über die Algengattung *Rhizoclonium*. Verh. der k. k. zool. bot. Gesellschaft in Wien 1890, S. 571—586, 27 Textfig.
156. SUHR, J., Die Algen des östlichen Weserberglandes. Hedwigia XLIV, S. 230 bis 300, 1905.
157. * WALLROTH, C. F. W., Annus botanicus sive supplementum tertium ad CURTII SPRENGELII Floram halensem. Halle 1815.
158. * WEST, W., Algae of the English Lake District. Journ. Roy. Micr. Soc. London and Edinburgh 1892, S. 714—748, Taf. IX und X.
159. * —, W., Scotch Freshwater Algae. Journ. of Bot., Bd. XXXI, 1893, S. 97—102.
160. * —, W. et G. S., Welwich's African Freshwater Algae. Journ. of Botany XXXV, 1897, S. 33, 77, 113, 172, 235, 264, 297.
161. * —, G. S., The Alga-Flora of Cambridgeshire. Journ. of Botany XXXVII, 1899, S. 49, 106, 216, 263, 291, Taf. 394—396.
162. * —, W. and G. S., Notes on Freshwater Algae II, Journ. of Botany XXXVIII, 1900, III, ebenda XLI 1903, S. 33—41, 74—82, Taf. 446—448.
163. * —, G. S., West Indian Freshwater Algae. Journ. of Botany XLII, 1904, S. 281—294, Taf. 464.
164. * WILLE, N., Ferskvandsalger fra Novaja Semlja samlede af Dr. KJELLMAN på NORDENSKIÖLDs expedition 1875. Öfvers. Kongl. Vet.-Ak. Förhandlingar 1879, n. 5. Stockholm 1879. (Sep. Abdr.)
165. * —, Om Celledelingen hos *Conferva*. Christiania Vidensk.-Selsk. Förhandlingar 1880, n. 4. Christiania 1880. (Sep. Abdr.)
* Deutsch: Über Zellteilung bei *Conferva*. PRINGSH. Jahrb. 1887, S. 437—443, Taf. XIV, Fig. 15—23.
166. * —, Om Hvileceller hos *Conferva* (L.) WILLE. Öfvers. af Kongl. Vet.-Akad. Förhandlingar 1881, n. 8, Stockholm. S. 3—26, Taf. IX, X.
* Deutsch: Über die Ruhezellen bei *Conferva*. PRINGSH. Jahrb. 1887, S. 459—473, Taf. XVII, XVIII, Fig. 35—77. †)

†) Einige Änderungen. — Der systematische Teil fehlt ganz.

167. * Wille, N., Om Akineter og Aplanosporer hos Algerne. Botaniska Notiser 1883.

*) Deutsch: Über Akineten und Aplanosporen. Pringsh. Jahrb. 1887, S. 492—514.

168. * —, Algologische Notizen VII. Nyt Magazin f. Naturvidenskab, Bd. 39, Heft 1. Christiania 1901, S. 1—22. (Sep. Abdr.)

Woronin s. Rostafinski.

Eingegangen am 7. September 1906.

Gedruckt bei Lütcke & Wulff, E. H. Senats Buchdruckern.

4. Beiheft

zum

Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten.

XXIII. 1905.

Mitteilungen

aus dem

Physikalischen Staatslaboratorium in Hamburg.

Inhalt:

Hamburg 1906.

Kommissionsverlag von Lucas Gräfe & Sillem.

4. Beiheft

zum

Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten.

XXIII. 1905.

Mitteilungen

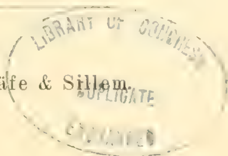
aus dem

Physikalischen Staatslaboratorium in Hamburg.

Inhalt:

Hamburg 1906.

Kommissionsverlag von Lucas Gräfe & Sillem.



Anwendungen des Mikrophonprinzips.

Von

Chr. Jensen und *H. Sieveking.*

1. Einführung.

In einer früheren Arbeit haben wir[1]) gezeigt, daß die Eigenschaft loser Kontakte, bei Druckänderungen ihren Widerstand zu ändern (das Mikrophonprinzip), sich erfolgreich anwenden läßt zur Konstruktion eines sehr empfindlichen telegraphischen Relais.

Bereits damals war uns bei der Durchsicht der diesbezüglichen Literatur, speziell der Patentschriften, die mannigfaltige Verwendung des Prinzips in der Technik aufgefallen. Dazu kam, daß die große Bedeutung des Kohärers für die Telegraphie ohne fortlaufende Leitung das Interesse an den Eigenschaften loser Kontakte überhaupt sichtbar neu belebte.

Schon von diesem Gesichtspunkte aus erscheint es uns nützlich, eine, soweit uns bekannt, vorhandene Lücke auszufüllen, indem wir eine Übersicht über die Verwendung des Mikrophonprinzips in Wissenschaft und Technik geben.

Wir verzichten dabei auf den Kohärer, da die denselben betreffende Literatur leicht zugänglich ist.

Betont sei von vornherein, daß es uns in erster Linie um eine Zusammenstellung und nicht so sehr um eine kritische Würdigung zu tun ist, in der Annahme, daß schon eine möglichst genaue Literaturangabe einen guten Anhalt geben kann. Es liegt uns aber wohl daran, bei den vielen Anwendungen, welche das Mikrophonprinzip im Laufe der Jahre erfahren hat, darauf hinzuweisen, daß dies physikalische Prinzip offenbar noch lange nicht genug ausgenutzt ist, da unsere über vervollkommnete mechanische Hilfsmittel verfügende Zeit sicherlich mit Benutzung eben dieses Prinzips aus mancher guten, aber nicht genügend weiter verfolgten Idee früherer Tage einen wirklich brauchbaren Apparat würde schaffen können.

Über den Namen Mikrophon sei nur so viel gesagt, daß derselbe zuerst erdacht wurde von Wheatstone[2]) für ein Instrumentchen, welches

[1]) Drud. Ann. 18 p. 695, 1905.

[2]) Quarterly Journal of Science for 1827 part 2, Nature 18 (1878) p. 356, wo auch eine Abbildung.

gleichsam als metallisches, mit beiden Ohren zu verbindendes Stethoskop dazu berechnet war, durch unmittelbare Berührung mit tönenden Körpern die schwächsten Töne vernehmbar zu machen. Später wurde der Name auf die Erfindungen von Lüdtge und Hughes (1878) angewandt.

2 Widerstandsänderungen durch Druck. Nachweis von Temperaturänderungen.

Die vor allem in der Telephonie ausgenutzte Eigenschaft loser Kontakte gewisser, einem Stromkreis eingefügter Elektrizitätsleiter, bei Druckschwankungen entsprechende Widerstandsveränderungen zu zeigen, ist, worauf auch Th. Schwartze[1]) aufmerksam macht und worauf Sir William Thomson bereits 1878[2]) hinwies, lange vor Lüdtge, Hughes und Edison entdeckt worden. Bereits im Jahre 1856 — wenn wir[3]) zunächst davon absehen wollen, daß die Priorität in gewissem Sinne Mousson (1855) oder gar Munck of Rosenschöld (1835) zukommt — wies Th. du Moncel im ersten Bande der zweiten Ausgabe seiner „Exposé des applications de l'électricité" deutlich darauf hin, daß der größere oder geringere Druck zwischen Kontaktstücken bei Unterbrechern einen außerordentlichen Einfluß auf die Intensität des sie durchfließenden Stromes ausübt. Wenige Jahre später machte W. Beetz[4]) Versuche mit Platinschwamm und kam dabei — allem Anschein nach, ohne etwas von den Erfahrungen du Moncels zu wissen — zu dem Resultat, „daß nur das Aneinanderdrängen der Teilchen die Ursache der bessern Leitfähigkeit sein könne". Was du Moncel anbetrifft, so sprach er die Meinung aus, daß die eben genannte Tatsache allerdings öfter dadurch bedingt sein möge, daß die metallischen Kontaktstücke nicht immer blank seien, daß aber doch vielfach der Grund in einer noch unbekannten physikalischen Eigenschaft liege. Du Moncel stellte zur Erzeugung undulatorischer Ströme, um nämlich durch das allmählich vor sich gehende Öffnen und Schließen die Wirkungen der Extraströme herabzumindern[5]), Unterbrecher mit Kohlekontakten her. Im Band 1, p. 263 u. 264 der erwähnten Ausgabe seines Werkes beschrieb er zwei Systeme von Unterbrechern dieser Art, von denen der eine 1856 von M. Pulvermacher konstruiert war. Im Jahre 1872 begann er eine Reihe größerer Untersuchungen über die beim Kontakt der verschiedenartigsten Leiter auftretenden Erscheinungen, wobei er den Widerstand von verschiedenen Kohlen und Metallpulvern feststellte. Gegen Ende des

[1]) Elektrot. Bibl. Bd. 6.
[2]) Nature vol. 18 p. 355—356.
[3]) s. Tanner, Electr. Review vol. 27 p. 612—615.
[4]) Poggend. Ann. 21 (1860) p. 619—621.
[5]) s. auch Lum. él. 7 p. 193—197 u. C. R. 87 p. 131—134 u. 189—191.

Jahres 1865 hatte übrigens schon Clérac[1]) die Veränderung der Leitfähigkeit von Kohlepulvern durch Druck für die Konstruktion eines Widerstandes benutzt, der aus einer mit Graphit oder Kohlenstaub angefüllten Röhre bestand, in welcher ein Kolben durch eine Schraube fortbewegt werden konnte. Durch stärkeres oder geringeres Anziehen der Schraube wurde der Widerstand reguliert. Im Jahre 1873 benutzte Edison[2]) einen Rheostaten, der im wesentlichen aus feinverteilter, in einer Glasröhre eingeschlossener Kohle bestand, der aber wegen Ausdehnung bezw. Zusammenziehung der Röhre keine zuverlässigen Resultate ergab. Für die Zwecke der Doppeltelegraphie konstruierte Edison[3]) einen Widerstand aus 50 Scheiben, welche aus einem durch Anstreichen mit Reißblei erfüllten Seidenzeugstück geschnitten waren und in einem Vulkanitrohr in geeigneter Weise gegen einander gedrückt werden konnten, wobei eine Teilscheibe durch ihre Stellung gegen eine Marke den Grad der Zusammenpressung erkennen ließ. Eine originelle Anwendung des Mikrophonprinzips zur Variation des Widerstandes in einer Leitung machte Reynier[4]), indem er bei einer 100gliedrigen silbernen Kette durch stärkeres oder geringeres Ziehen vermittels einer Hebelvorrichtung die Berührung der einzelnen Glieder mehr oder weniger innig machte. Der ganze Mechanismus diente als Bremsvorrichtung für eine elektrische Lokomotive. Allen erhielt im Jahre 1883 einen Widerstand patentiert, bei dem eine Anzahl von Kohlenscheiben mehr oder weniger zusammengepreßt wurde. Die Widerstandsänderungen der Kohle selbst, welche bei Erwärmung bezw. Abkühlung eintraten, sollten hier durch einen die Kohlenscheiben durchdringenden und die beiden Endplatten verbindenden Metallstab kompensiert werden. Eine in entgegengesetzter Richtung arbeitende Verbindung von Kohle und Metall wählte auch C. W. Siemens[5]) bei seinem für schwächere Ströme bestimmten Widerstand, indem er den Strom durch einen 0,3 mm starken Stahldraht gehen ließ, und durch die von der Stromstärke abhängigen Längenänderungen des Drahtes den Druck variieren ließ, mit dem eine gleichfalls vom Strom durchflossene Säule von Kohlenscheiben in axialer Richtung zusammengepreßt wurde. Kurze Zeit darauf beschrieb Th. W. Engelmann in der Zs. für Instrumentenkunde[6]) eine ebenfalls auf dem Mikrophonprinzip beruhende sogenannte „Widerstandsschraube".

[1]) s. Journal tél. Bd. 2 p. 425, Bd. 4 p. 238, 260, 261 u. 312, Journ. of the Soc. Bd. 12 p. 216.

[2]) Centralbl. f. Elektrot. Bd. 7, S. 540.

[3]) Scientific American, Bd. 39, S. 35 und Dinglers Journal 229, S. 482.

[4]) s. Centralbl. f. Elektr. 4, S. 429—430.

[5]) Proc. Roy. Soc. 28, p. 92—97.

[6]) Bd. 7, S. 333—339; s. auch Zs. f. phys. u. chem. Unt. vol. 1 (1888) p. 170.

Eine solche stellt man nach Engelmanns Angaben am besten so her, daß man sich aus Graphit oder Kohlenpulver und Gelatine Plättchen von — je nach dem Zusatz — beliebig hohem Widerstand und vollkommener Elastizität herstellt. Engelmann erwähnt hier u. a., daß zehn Plättchen von etwa 0,2 mm Dicke und 1 cm Durchmesser, welche, fest zusammengeschraubt, einen minimalen Gesamtwiderstand von 20 Ω hatten, kontinuierliche Abstufungen bis auf mehr als 20000 Ω gestatteten, daß zehn ähnliche, mehr Gelatine enthaltende Plättchen Abstufungen zwischen einigen Hunderten und einigen Hunderttausenden Ω möglich machen.

Nach seinen Angaben folgen die Widerstandsänderungen den Druckschwankungen sehr gleichmäßig, und bleibt ohne Einfluß der letzteren oder störender Erwärmung der Widerstand hinreichend konstant. Mit der Zeit ändert sich indes der Widerstand, da die Gelatine Wasser abgibt. Herr Prof. Engelmann teilte uns freundlichst mit, daß diese Änderungen meist nicht von Bedeutung seien, da der Apparat in erster Linie elektrophysiologischen Zwecken diene und der durchfließende Strom weder lang andauernd noch von nennenswerter Stärke sei. Engelmann wandte mit Vorteil auch Plättchen aus reiner Gaskohle an, die viel stärkere Ströme vertragen, aber auch nicht ganz konstant sind. Da die Widerstände nicht geaicht sind, bedarf man eines strommessenden Instrumentes. Gleichwohl werden diese Widerstandsschrauben, deren vorteilhafte Anordnung in bezug auf Raumersparnis ins Auge fällt, nach Engelmann außer in einigen physikalischen Instituten, u. a. bei Ostwald, in physiologischen Laboratorien, ferner in Holland vielfach in der ärztlichen Praxis verwandt. Benardes[1]) konstruierte einen auf dem gleichen Prinzip beruhenden Rheostaten, bei dem durch Stöpsel die einzelnen Zylinder neben- oder hintereinander geschaltet werden konnten. Erwähnt seien noch der Graphitwiderstand von Askew[2]) und ein von Krebs[3]) zur Demonstration des Mikrophonprinzips konstruierter, dem vorstehenden ähnlicher Apparat.

Eine äußerst interessante Anwendung fand das Mikrophonprinzip in dem von Edison erfundenen[4]) Mikrotasimeter, welches wohl das empfindlichste Instrument für Druckmessungen sein dürfte und welches nicht zu verwechseln ist mit dem Hughesschen Thermophon.[5])

[1]) F. d. Phys. 45 II. p. 657, El. World 13. p. 254, West Electr. 4. p. 232, U.-S. Pat. Nr. 401405.

[2]) F. d. Phys. 45 II. 657, El. World 14. 272, West-Electr. 5. 214. U.-S. Pat. Nr. 412449.

[3]) El. Rdsch. vol. 5 (1888) p. 7—8, Z. f. phys. u. chem. Unt. 1. p. 170.

[4]) Chem. News vol. 38. Nr. 974. p. 56—58, Nature XVIII. p. 368—370, Dingl. Pol. J. Bd. 229 S. 266—267, Naturf. 11. p. 295—296, Sill. J. 38 p. 385, Mondes (2) vol. 46 p. 456—457, Zs. f. phys. u. chem. Unt. vol. 1 (1887) p. 136.

[5]) siehe Dingl. Pol. J. 229 p. 147—152.

Edison benutzte die von ihm entdeckte Tatsache, daß der elektrische Widerstand von dünnen Platten bezw. Kügelchen aus gepreßtem porösem Kohlenstoff, z. B. Lampenruß, mit dem leisesten Druck variiert. Die geringsten Längenänderungen eines auf einen passenden Mikrophonkontakt drückenden Stabes geben sich kund durch den Ausschlag an einem im Mikrophonstromkreis liegenden Galvanometer. Für feinere Messungen wählt man die Wheatstonesche Brückenanordnung. Handelt es sich um Erwärmung des Stabes durch Bestrahlung, so wählt man selbstverständlich ein Material mit möglichst hohem Ausdehnungskoeffizienten. Edison gibt in erster Linie Hartgummi und dann Glimmer an. Handelt es sich um hygrometrische Untersuchungen, so wählt man am besten ein Stäbchen aus harter Gelatine, welches noch die Ausdehnung durch die Feuchtigkeit eines mehrere Zentimeter von ihm entfernten angefeuchteten Papierstückes anzeigen soll. Es läßt sich auch mit Hilfe dieses Prinzips, wie Andrew und Thomas Gray gezeigt haben,[1]) sehr hübsch die Ausdehnung des Eisens durch Magnetisieren nachweisen. Gray schickte den Strom von drei Elementen durch die Spule eines Elektromagneten und beobachtete die Ausdehnung des als Kern dienenden Eisenstabes durch einen bedeutenden Ausschlag des im Mikrophonstromkreis liegenden Galvanometers. Edison verband ein Tasimeter[2]) mit dem Teleskop, projizierte das Bild des Arcturus auf den Hartgummistab und will dabei einen Galvanometerausschlag im Sinne einer Erwärmung erhalten haben, während die Nadel zurückging, wenn das Sternbild verdeckt wurde. Das Nämliche trat nach Edisons Angaben bei dem Rand der Sonnenkorona ein, nur daß dann der Lichtfleck die Skala ganz verließ. An dieser Feinheit sollen die Messungen während der Sonnenfinsternis vom 2. Juli 1878 gescheitert sein, weil es nicht möglich war, den über die ganze Skala hinausweichenden Lichtfleck schnell genug in die Ruhelage zurückzubringen. Heutzutage dürfte nun in dem äußerst empfindlichen Einthovenschen Saitengalvanometer ein Instrument vorliegen, durch welches der eben angedeutete Übelstand vermieden werden könnte. Durch die Herabsetzung der bewegten Masse und des Trägheitsmomentes erfolgt das Zurückkehren in die Nullage nach Aufhören des Stromdurchganges sehr rasch, wovon wir uns ebenso wie von der großen Empfindlichkeit selber haben überzeugen können.[3]) Edison empfahl das Instrument — was neuerdings wieder von H. Kayser in seinem Handbuch der Spektralanalyse angeregt wurde — zum Nachweis der Temperaturverschiedenheiten in den verschiedenen Teilen des Sonnenspektrums. Die bisherige Verwendung desselben im Dienste der Spektral-

[1]) Nature 18 p. 329.

[2]) Sill. J. XVII. p. 52—55, 1879.

[3]) s. Drud. Ann. 12 1903. p. 1059—1071 u. Phys. Zts. 1906. p. 115—122.

forschung scheint allerdings eine kaum nennenswerte zu sein, wenn es auch in Amerika von den Astronomen gelegentlich der Beobachtung von Sonnenfinsternissen benutzt worden ist, um die von den verschiedenen Teilen der Sonnenatmosphäre ausgestrahlte Wärme zu messen. Hierbei sei aber daran erinnert, daß nach Hoorweg[1]) die Wirkung des Lichts auf Ebonit wesentlich den blauen Strahlen zukommt und nicht den eigentlichen Wärmestrahlen, indem sich beispielsweise bei Verwendung des Drummondschen Kalklichtes stets eine kleinere Wirkung im blauen Teil des Spektrums zeigte als im roten.

Daß die Empfindlichkeit des Mikrotasimeters tatsächlich eine enorme ist, wurde übrigens bereits von den amerikanischen Professoren Brackett, Young und Barker[2]) konstatiert, welche Edisons diesbezüglichen Versuchen in Menlopark beiwohnten. Im gleichen Sinne berichtete später Hoorweg[3]). Kürzlich überzeugten auch wir uns von der außerordentlich hohen Empfindlichkeit des Instruments, gleichzeitig aber auch von der großen Unsicherheit in seinen Angaben. Bei dem von uns benutzten Mikrotasimeter war ein Stück von der Kohlenscheibe eines Mix & Genestschen Körnermikrophons zwischen zwei Platinbleche gelegt. Schon die Strahlung der $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Meter entfernten Hand ließ (ohne die Wheatstonesche Brückenanordnung) eine sehr merkliche Widerstandsabnahme erkennen, so daß sich beim Vergleich mit einer empfindlichen Thermosäule das Mikrotasimeter als mehrfach empfindlicher erwies. Diese Empfindlichkeit war allerdings durch eine ziemliche Unsicherheit in den Angaben erkauft, da wir einen vor Betätigung der Strahlen recht großen, vorhandenen Mikrophonwiderstand wählten.

Über den Einfluß der Größe des Widerstandes auf die Sicherheit des Funktionierens haben wir ausführlich in der auf pag. 1 zitierten Abhandlung berichtet.

Sehr störend machte sich übrigens die Trägheit bei der angegebenen Verwendung des Edisonschen Instruments geltend. Mendelhall[4]) untersuchte genauer die aus gepreßtem Lampenruß bestehende Kohlenplatte eines Edisonschen Mikrotasimeters auf die Veränderlichkeit ihres elektrischen Widerstandes mit dem Druck. Dabei ergab sich, daß der durch Druck veränderte Widerstand in außerordentlicher Weise von der wirkenden Zeit abhängt, indem derselbe unmittelbar nach dem Einsetzen des Druckes schneller und darauf langsamer zu einem Minimum sinkt, während umgekehrt der Widerstand beim Aufhören des Druckes fast

---

[1]) Arch. Néerl. 15 p. 503—505, s. auch Probleme der Gegenwart Bd. 1 p. 112 (Liesegang).

[2]) Chem. News 38 p. 26.

[3]) l. cit.

[4]) Sill. J. (3) 24 p. 43—46, J. de Phys. (2) 2 p. 144—145, 1883.

momentan ein Maximum erreicht. Mendelhall erwähnt ein Beispiel, wo der Widerstand ohne Belastung 11.08 Ω betrug und wo die Belastung des oberen Kontaktstückes mit 100 g gleich nach Aufsetzen des Gewichts 2.34, nach zwei Stunden 2.10 und nach einer Woche 1.93 Ω betrug. Tomlinson [1]) nahm an, daß bei den Edisonschen Pastillen die Widerstandsverminderung durch Druck zum Teil durch besseren Kontakt zwischen den einzelnen Rußpartikelchen, bedingt ist, zum Teil durch die Verminderung von einer zwischen den Rußpartikelchen befindlichen Gummischicht. Durch das Vorhandensein einer Gummischicht — wir haben bislang noch nicht Genaueres über die Herstellung der Pastillen erfahren können, halten es aber für wahrscheinlich, daß irgend ein Klebemittel dabei verwandt ist — sucht er hier auch den von Mendelhall gefundenen Einfluß der Zeit zu erklären. Eine zwischen den Kohlepartikeln befindliche Gummischicht könnte auch wohl unseres Erachtens ev. das allmähliche Sinken des Widerstandes bei Belastung verständlich machen, wunderbar erscheint uns aber dabei das sofortige Zurückschnellen bis zum Maximum bei der Entlastung.

Eine Verbindung des Mikrotasimeters mit dem Metallthermometer versuchte A. W. Adams [2]), indem er die durch Erwärmung bedingten Längenänderungen einer aus zwei aufeinander gelöteten Stahl- und Messingstreifen bestehenden Spirale zur Variation des auf ein Gemenge von Graphitpulver, Gaskohle und Silberstaub ausgeübten Druckes ausnutzte und die entsprechenden Stromschwankungen durch einen elektromagnetischen Registrierapparat auf berußtem Papier aufschreiben ließ. Wie wir aus Liesegang (l. c. p. 112 und 113) entnehmen, haben Edison und später Michelson [3]) das Mikrotasimeter in der Weise modifiziert, daß sie den Ebonit als dünne Membran verwandten und auf der Rückseite mit einer Metallschicht belegten. Durch die starke Differenz im Ausdehnungsvermögen entstanden starke Durchbiegungen, deren Druckwirkung sich auf den direkt hinter der belichteten Stelle liegenden Kohlenkontakt übertrug. In erster Linie scheint übrigens Michelson statt der mikrophonischen Wirkung die durch die Durchbiegung vermittelte Drehung eines an einem Kokonfaden hängenden Spiegels für seine Messungen benutzt zu haben. Hier könnte wohl auch der J. Robinsohn im Jahre 1890 [4]) patentierte Apparat zum Anzeigen bezw. Messen der Phosphoreszenz genannt werden [5]), indem bei demselben die vom phosphoreszierenden

[1]) Phil. Mag. (5) vol. 22 p. 442—445.

[2]) Zentralz. f. Opt. u. Mech. 1881. S. 166.

[3]) J. de Phys. (2) 1 p. 183—186, Mondes (3) 2 p. 142, Rev. scient. 29 p. 474, F. d. Phys. 38 II p. 287—288, Beibl. d. Phys. 6 p. 581.

[4]) Patent Nr. 56 246.

[5]) F. d. Phys. 47 II p. 100, Zs. f. Instr. 11 p. 420.

Körper ausgehenden Strahlen auf eine sehr empfindliche Selenplatte fallen, welche dadurch erwärmt werden und die erhaltene Wärme einer Spiralfeder mitteilen soll, welche nunmehr auf mechanischem Wege auf einen Mikrophonkontakt wirkt, bezw. bei stärkeren Wirkungen ein Zeigerwerk betätigen soll.

3. Sonometer und Induktionswage.

Ein äußerst sinnreiches und dabei einfaches das Mikrophonprinzip benutzendes Instrument ist das von Hughes[1]) erfundene Sonometer oder Audiometer zur Prüfung des Hörvermögens. Die Anwendung desselben beruht darauf, daß ein durch die Schalleinwirkung auf ein Mikrophon hervorgerufener variabler Strom induzierend wirkt auf eine mit einem Telephon verbundene und auf einer graduierten Stange verschiebbare Spule. Der induzierende Strom durchfließt zwei Spulen, welche so gewickelt sind, daß die von ihnen in der zwischen ihnen befindlichen verschiebbaren Spule induzierten Ströme entgegengesetzt gerichtet sind. Je nach der Empfindlichkeit des Ohres wird nun unter sonst gleichen Umständen diejenige Stellung der verschiebbaren Spule variieren, bei der man nichts mehr im Telephon vernimmt.[2]) Hughes führte mit diesem Instrument sehr interessante Versuche aus, bei denen sich beispielsweise herausstellte, daß man bei einer allmählichen Abnahme der Tonstärke erheblich besser imstande ist, schwächere Töne wahrzunehmen, als wenn man unvermittelt von einem starken zu einem sehr schwachen Ton übergehen würde, daß das linke und das rechte Ohr im allgemeinen eine verschiedene Empfindlichkeit besitzen, daß diese Empfindlichkeit in hohem Grade vom Allgemeinbefinden abhängt usw. Auch B. W. Richardson stellte Versuche mit dem Audiometer an,[3]) bei denen sich beispielsweise herausstellte, daß die Empfindlichkeit des Ohres durch den Barometerstand bedingt ist. Derselbe benutzte auch das Sonometer in Verbindung mit einem von Pond angegebenen Sphygmographen zur Messung des Pulses. Das Audiometer wurde von Hughes vielfach in Verbindung mit der von ihm konstruierten Induktionswage benutzt. Der Grundgedanke derselben war nicht neu, indem bereits M. Dove einen Apparat konstruiert hatte, in welchem zwei getrennte Induktionsrollen, von denen jede eine primäre und eine sekundäre Wickelung hatte, derart miteinander verbunden waren, daß der in der einen Spule induzierte Strom durch den in der andern induzierten neutralisiert wurde. Den Anstoß zur Fruchtbarmachung dieses Prinzips erhielt Hughes durch seine Mikrophonexperimente,

[1]) Mondes (2) 49 p. 407—411; s. auch J. H. Poynting: On the graduation of the Sonometer, Phil. Mag. (5) vol. 9 p. 59—64.

[2]) s. Centralbl. f. Elektrot. Bd. 1 p. 290—294, Dingl. J. Bd. 270 p. 467.

[3]) Proc. of the Lond. Roy. Soc. vol. 29 (1879) p. 65—70 und Nature 19 p. 102—103.

welche ihm die enorme Empfindlichkeit des Telephons für kleine induzierte Ströme zeigte. So benutzte er das Mikrophon, um in diesem Apparat Ströme von veränderlicher Intensität zu erzeugen.[1]) Über die Vorstudien zu diesem Apparat wird in Lum. él. vol. 1 p. 54—58, Nature 19, p. 77 und 20 p. 373—375, Beibl. d. Phys. 3 p. 647—648, Fortschr. d. Phys. 35 p. 833—835 und C. R. 88 p. 122—124 berichtet. Ließ Hughes bei Benutzung seiner Induktionswage das Ticken einer Uhr auf das in den induzierenden Stromkreis eingeschaltete Mikrophon wirken, so war bei richtiger Abgleichung der Spulen gegeneinander in dem im induzierten Stromkreis liegenden Telephon nichts zu hören. Sobald er aber das winzigste Metallstück in das Innere der einen induzierenden Spule brachte, wurde das Uhrticken vernehmlich. Die Stärke des nun erfolgenden Geräusches richtete sich in sehr ausgeprägter Weise nach der Art und den Dimensionen des angewandten Leiters, nach der Temperatur desselben und der Lage desselben zu den Windungen, und Hughes hoffte, durch ziffernmäßige Feststellungen interessante Aufschlüsse über die Eigenschaften der verschiedenen Metalle zu bekommen. Ein Umschalter gestattete es, den durch das Telephon fließenden Strom nach Belieben in raschem Wechsel durch die Induktionswage oder ein Audiometer zu senden, um so durch Aufsuchung derjenigen Stelle beim Audiometer, wo gleiche Schallstärke herrschte wie bei Verbindung mit der Induktionswage, ein Maß für die durch das Metallstück hervorgebrachte Störung zu gewinnen. Eine solche Abschätzung der gleichen Stärke ist jedoch sehr schwierig, und man kann daher von den auf diese Weise ausgeführten Messungen keine zu große Genauigkeit erwarten. Übrigens wandte Hughes auch noch eine andere empfindlichere Messungsmethode, eine sogenannte Nullmethode, an, indem die Störung des einen Rollenpaares kompensiert wurde durch ein in Form eines sehr spitzen Keils beschnittenes Zinkblech, welches sich zwischen dem andern Rollenpaar ziffernmäßig angebbar verschieben ließ. Die Wage war ganz ungemein empfindlich und gestattete, die minimalsten Beimengungen des zu untersuchenden Metalles zu konstatieren. Auch untersuchte Hughes damit die Wirkungen der verschiedensten physikalischen Agentien auf die Leitfähigkeit, so beispielsweise diejenige der Erwärmung, der Belichtung, des Druckes. Was übrigens die von Hughes bei der Verwendung gleichdimensionierter Metalle gefundenen Werte, die sogenannten „Störungswerte", betrifft, so stimmen dieselben, worauf schon gleich hernach Chandler Roberts[2]) hinwies, keineswegs genau mit den entsprechenden, nach der gewöhnlichen

[1]) s. Proc. of the Lond. Roy. Soc. 29 (1879) p. 56—65, Proc. Phys. Soc. 3 p. 81—89, Phil. Mag. (5) 8 p. 50—56, Zentralbl. f. Elektrot. Bd. 1 p. 290—294, Mascart u. Joubert, Elektrizität u. Magnetismus, übers. v. Leop. Levy 1888 Bd. 2 p. 361—366.

[2]) Phil. Mag. (5) vol. 8 p. 57—60.

Methode bestimmten Leitfähigkeitswerten überein. Roberts untersuchte auf die nämliche Weise Legierungen von Blei und Zinn, Silber und Gold, Kupfer und Zinn, wobei er fand, daß sich die erstgenannten den Mathiessenschen Leitfähigkeitskurven gut anschlossen, dagegen die Kupfer-Zinnlegierungen nicht. J. Bergmann[1]) prüfte die beiden von Hughes vorgeschlagenen Methoden, fand dieselben aber wenig geeignet für quantitative Messungen. So enorm empfindlich die Methoden nämlich sind, so leiden sie zum großen Teil an dem Übelstande, daß die Gesetze des Stromverlaufes in körperlichen Leitern nicht bekannt genug sind; auch ist es schwer, das völlige Verschwinden der Töne zu erreichen. In Gemeinschaft mit Oberbeck[2]) hat nun Bergmann versucht, den Apparat für exakte Messungen umzugestalten, was ihm aber nur für die Messung der Leitfähigkeiten sehr dünner Platten gelang. An Stelle des Telephons trat dabei ein Elektrodynamometer, an Stelle des Mikrophons ein von Bernstein angegebener akustischer Stromunterbrecher. Es mag schließlich noch erwähnt werden, daß es M. Wien[3]) gelungen ist, die Leitfähigkeit zweier Metalle von beliebiger, aber gleicher Dimension und Form, miteinander zu vergleichen und ferner auch — bei Verwendung von Kugelform und Form runder Scheiben — die Leitfähigkeit nur aus den Dimensionen des zu prüfenden Materials und der Wirkung auf die Induktionswage zu bestimmen. Dabei wurde allerdings auch kein Mikrophon benutzt, sondern statt dessen eine Wechselstrommaschine oder ein Sinusinduktor. Auch ist die prinzipielle Anordnung eine total andere als bei dem Hughesschen Apparat, insofern als Wien eine Wheatstonesche Brückenanordnung mit zwei induktionslosen Widerständen und zwei Rollen benutzt, indem er erst das Gleichgewicht in der Brücke herstellt[4]), dann durch Annäherung des zu prüfenden Leiters an die eine Rolle das Gleichgewicht stört und nun wieder durch entsprechende Änderung der drei übrigen Zweige Stromlosigkeit herstellt.

An das Sonometer erinnert ein 1892 von de Place[5]) angegebener, „Schiséophone“ genannter Apparat. Derselbe bezweckt, Metallplatten etc. bezw. andere Materialien auf Sprünge, Risse, Hohlräume und dergl. zu untersuchen. Die Metalle werden durch einen Schlagbolzen angeschlagen, und der dabei hervorgebrachte und je nach der verschiedenen Beschaffenheit wechselnde Ton wird durch ein Mikrophon dem Telephon im induzierten Stromkreis übermittelt. Inhomogenitäten irgendwelcher Art sollen sich nun durch Änderung der Schallstärke im Telephon erkennen lassen.

---

[1]) Untersuch. üb. die Hughessche Induktionswage, Dissert. Halle 1885.
[2]) Wied. Ann. 31 p. 792—812.
[3]) Wied. Ann. 49 p. 306—346.
[4]) Maxwell, Elektr. u. Magn. 2 § 757.
[5]) C. R. 115 p. 582—584, F. d. Phys. 48II p. 526—527.

Man verschiebt die mit dem Telephon verbundene Spule auf einer graduierten Stange, bis das Telephon nahezu schweigt, und erhält so ein gewisses Maß. De Place hat aber offenbar darin recht, daß die hierdurch gegebene Distanz zwischen den beiden Spulen variabel ist je nach der Übung und der Empfindlichkeit des Ohres. Gleichwohl hat sich[1]) die von de Place angegebene Methode sowohl zu Untersuchungen von Eisenbahnschienen als auch von Hartgußgranaten und anderen Hohlgeschossen auf Materialfehler ausgezeichnet bewährt. Bei den von der französischen Nordbahn angestellten Untersuchungen beispielsweise stellte sich heraus, daß eine Änderung des durch den Bolzen verursachten Geräusches unverzüglich eintrat, sobald der Bolzen an eine fehlerhafte Stelle der unter ihm auf Walzen vorübergeführten Schiene gelangte. Selbstverständlich saß der prüfende Beamte in einem weit vom arbeitenden Bolzen entfernten, möglichst geräuschlosen Beobachtungsraum und signalisierte, sobald sich im Telephon eine Änderung gegenüber dem normalen Ton bemerkbar machte.

4. Akustische bezw. elektroakustische Untersuchungen.

Zur Lösung akustischer Fragen wurde das Mikrophon von A. Oberbeck bei seinen Untersuchungen über die Schallstärke[2]) und von Stern zu relativen Tonstärkemessungen[3]) verwandt. Oberbeck stützte seine Untersuchungen auf die von Hughes beobachtete Tatsache, daß der mittlere Widerstand der Kontaktstelle eines Mikrophons während der Erregung durch Schwingungen größer ist als im ruhenden Zustande. Er schaltete das Mikrophon in den einen Zweig einer Wheatstoneschen Brücke und maß den Ausschlag des Galvanometers bei der Erregung, der bei richtiger Einstellung nach der Erregung wieder verschwand. Man kann nun nach Oberbeck erreichen, daß die Ausschläge proportional der Schallstärke werden. Als Schallquelle dienten herabfallende Kugeln von verschiedenem Gewicht bei veränderter Fallhöhe, ferner eine Pfeife, die bei verschiedener Windstärke angeblasen wurde. G. Stern[4]) und später H. Sieveking und A. Behm[5]) suchten mit Hilfe des Mikrophons die Frage nach der Schallverteilung in geschlossenen Räumen zu lösen. Der Nachweis von Maximis und Minimis ist unschwer zu führen. Doch sind die Störungen durch Reflexion an Wänden und Boden nicht zu eliminieren; sogar auf einem Platz von 10000 qm Fläche waren die in diesem Fall durch Resonanz

---

[1]) F. d. Phys. 51 II p. 752, La Revue Technique vom 10. April 1895, Zs. f. Elektrot. 13 p. 488 u. E. T. Z. vol. 16 p. 308.

[2]) Wied. Ann. 13 p. 222—254.

[3]) Wied. Ann. 42 p. 622—638.

[4]) Stern, Wied. Ann. 42 p. 622. 1891.

[5]) H. Sieveking und A. Behm, Drud. Ann. 15 p. 793. 1904.

einer Stimmgabel konstatierten Knoten und Bäuche unregelmäßig verteilt. Vor einigen Jahren wurden von J. Frhr. v. Hornstein[1]) mit Benutzung eines Kohlenkörnermikrophons Versuche über die Schallstärke angestellt. Leider sind die Messungen durch Reflexionen, Interferenz und den Einfluß der Eigentöne sehr gestört worden, so daß sich beispielsweise bei Variation der Entfernung zwischen Mikrophon und Tonquelle (Pfeifen) eine ganz unregelmäßige Ab- und Zunahme der Tonstärke herausstellte. Einige interessante Resultate ergaben sich jedoch bezüglich der Stärkung bezw. Schwächung des Schalles durch verschiedene Medien.

Eine weitere Anwendung des Mikrophonprinzips auf die physikalische Forschung machte J. Tuma, indem er[2]) die Schwebungen zweier Stimmgabeln durch mikrophonische Übertragung beobachtete. Brachte er die eine Stimmgabel in einen völlig abgeschlossenen Raum, aus welchem sich die Luft auspumpen ließ, so konnte er in sehr zweckmäßiger Weise den Einfluß des Luftdrucks auf die Schwingungszahl studieren. — O. Lummer[3]) verwandte das Mikrophon für eine sehr empfindliche Klanganalyse. Es handelte sich um den Nachweis objektiver Kombinationstöne, welche nach der Helmholtzschen Theorie beim lauten Tönen mehrerer Tonquellen entstehen müssen. Nun kann man aber, wenn man die bekannten Resonatoren ans Ohr legt, dadurch einer Täuschung ausgesetzt werden, daß — wie Helmholtz nachgewiesen hat —, durch das unsymmetrisch gebaute Trommelfell bedingt, sogenannte subjektive Töne entstehen können, welche verstärkt im Ohrresonator erscheinen können, da sich die Luftmasse im Resonator dem schwingenden Trommelfell anpassen kann. Man muß sich also, wenn man Töne objektiv konstatieren will, nach dieser Richtung vom eigenen Ohr unabhängig machen. Bekannt genug ist die Sichtbarmachung der im Resonator mitschwingenden Luftmasse durch eine Königsche Flammenkapsel. Diese Methode hat aber den Übelstand, daß eine relativ große Intensität des nachzuweisenden Tones erforderlich ist. Lummer läßt daher die im Resonator entstehenden Schwingungen auf eine mit einem Kohlekontakt versehene und im belasteten Zustande auf den Eigenton des Resonators abgestimmte Membran wirken. Die entsprechenden Widerstandsschwankungen im Mikrophon werden nun an einem beliebig weit entfernten Ort — so daß man also bei der Untersuchung der Kombinationstöne von den Grundtönen nicht beeinflußt zu werden braucht — in einem Siemensschen Telephon als Ton vernommen. Wie empfindlich diese Methode ist, geht daraus hervor, daß nach Lummer eine auf den Resonator abgestimmte, vor der Öffnung

[1]) Inaug.-Diss. Tübingen 1899, Beibl. 26 p. 656—657 u. F. d. Phys. 58 I p. 479.

[2]) Wien. Anz. 1889 p. 178, Wien. Ber. 98 (2a) p. 1028, Exners Repert. 26 p. 350 u. f., E. T. Z. 11 p. 439, Hoppes Arch. (2) Bd. 9 Heft 1.

[3]) Verhandl. d. phys. Ges. i. Berl. 1886 p. 66—69.

desselben gehaltene, schwachtönende Stimmgabel im Telephon einen im ganzen Vorlesungszimmer hörbaren, scharfen Ton erzeugte. Sollte es bei diesen oder ähnlichen Versuchen auf die äußerste Empfindlichkeit ankommen, so könnte man wohl noch einen Schritt weiter gehen und ein besonderes, mit auf den Eigenton des Resonators abgestimmter Membran versehenes Telephon anwenden. Vielleicht wird sich auch diese Methode mit Vorteil zum Nachweis radiophonischer Töne vor einem großen Auditorium benutzen lassen. — Vor einigen Jahren hat H. Zwaardemaker[1]) eine Methode zur Erzeugung eines Unterbrechungstones mit Benutzung des Mikrophons angegeben. Die primäre Leitung einer Induktionsspule enthält das Mikrophon, auf welches der Hauptton, dessen Höhe man verschieden wählen kann, übertragen wird. In der sekundären Leitung liegt das Telephon, durch welches man bei gewöhnlicher Schaltung den Hauptton wahrnehmen würde. Nun kann aber diese sekundäre Leitung durch eine elektrisch betriebene Stimmgabel 64mal in der Sekunde geöffnet und geschlossen werden, so daß man bei Beeinflussung des Mikrophons durch den Hauptton einen Unterbrechungston von 64 Schwingungen pro Sekunde erhält. Zwaardemaker hat nun Untersuchungen angestellt bei verschiedener Höhe und Stärke des Hapttones.

Eine fernere, bemerkenswerte Anwendung des Mikrophons auf die physikalische Forschung machte E. Fossati[2]), indem er die Bauch- und Knotenstellen stehender Wellen in zylindrischen Gefäßen nachwies. Ein kleines Mikrophon wurde in die Zylinderröhre gesenkt. An der Stelle eines Bauches, wo die vibrierende Bewegung ihr Maximum erreicht, bewirkte die entsprechende Widerstandsschwankung im Mikrophon in dem im Stromkreis eingeschalteten Telephon ein lebhaftes knisterndes Geräusch, wogegen das Telephon schwieg, wenn sich das Mikrophon in einem Knotenpunkt bezw. einer Knotenebene befand. Fossati demonstrierte einem größeren Auditorium das Vorhandensein von Knoten und Bäuchen im verdunkelten Raume, indem an der einen Stelle lebhafte Funken zwischen den Kohlenstücken übergingen, wogegen sie an der anderen fehlten. Die Originalarbeit in dem Nuov. Cim. war uns leider nicht zugänglich. In die Lum. él. hat sich sicherlich ein Versehen eingeschlichen, indem dort berichtet wird, daß die Funken sichtbar werden bei den Knotenstellen und daß dieselben verlöschen, wenn sich das Mikrophon am Wellenbauche befindet. Das Umgekehrte ist offenbar zu erwarten.

Äußerst interessant ist auch die Verwendung des Mikrophons zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit, wie sie kürzlich auf Vorschlag

[1]) F. d. Phys. 56 I p. 352, Arch. f. Phys. 1900, Supplementbd. p. 60—67.
[2]) Nuov. Cim. vol. 17 (1886) p. 261, Lum. él. 23 p. 283.

von Michelson von Thos. C. Hebb[1]) ausgeführt wurde. Hierzu benutzte Hebb zwei parabolische Hohlspiegel, von denen der eine einen festen Standpunkt hatte, wogegen der zweite, koaxial mit dem ersten aufgestellte parallel verschoben werden konnte. Im Brennpunkt des festen Spiegels befand sich die Tonquelle, deren Schwingungszahl möglichst genau bestimmt wurde. Dicht daneben befand sich das Mikrophon, während sich ein zweiter Telephonübertrager im Brennpunkt des beweglichen Spiegels befand. Die direkten von der Tonquelle ausgehenden Schallwellen wirkten auf das erste Mikrophon, die vom zweiten Spiegel reflektierten auf das zweite. Nun war jedes Mikrophon mit einer Batterie und einer Primärspule einer Induktionsrolle, welche zwei Primärspulen besaß, in Serie geschaltet. Die den beiden Primärspulen gemeinsame Sekundärspule war mit einem Empfangstelephon verbunden, so daß letzteres von den auf beide Mikrophone ausgeübten Wirkungen beeinflußt wurde. Waren nun die Schwingungsphasen der auf die beiden Mikrophone treffenden Schallwellen einander gleich, so mußte eine Verstärkung des durch das Empfangstelephon wahrgenommenen Tones eintreten, wogegen aus entgegengesetzter Phase eine Schwächung bezw. Aufhebung des Tones resultieren mußte. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß die Größe der Phasendifferenz von der gegenseitigen Entfernung der Hohlspiegel abhing. Hebb suchte nun durch Verschiebung die Minima der auf das Empfangstelephon ausgeübten Wirkung auf. Aus der Differenz der zwei Minimis entsprechenden Stellungen war nun, da die Zahl der Wellen bekannt war, die Wellenlänge zu messen, so daß sich aus dieser und der Schwingungszahl der benutzten Tonquelle mit großer Genauigkeit die Schallgeschwindigkeit ergab, und zwar zu 331,29 m bei einem wahrscheinlichen mittleren Fehler von 0,04.

Bei ihren radiophonischen Untersuchungen verwandten Bell und Preece das Mikrophonprinzip zur Entscheidung der Frage, ob bei den radiophonischen Empfängern das intermittierend belichtete Diaphragma selber der Lichtintermittenz entsprechend vibriert oder nicht.[2])

R. Appleyard[3]) betreibt, um die Veränderung von Klangfarbe und Tonhöhe durch das bei den gewöhnlichen elektromagnetisch betriebenen Stimmgabeln vorhandene Kontaktstück zu vermeiden,[4]) Stimmgabeln elektromagnetisch mittels eines Mikrophons, indem das im Stromkreis des Elektromagneten befindliche Mikrophon und die Stimmgabel auf dem nämlichen Resonanzboden angebracht sind. Die Pole des Elektromagneten stehen den Gabelzinken gegenüber. Das Mikrophon verändert

[1]) The Phys. Review vol. 20 (1905) p. 89—99.

[2]) Lum. él. vol. 3 p. 297—300, vol. 4 p. 36—37, E. T. Z. vol. 2 p. 198—203.

[3]) F. d. Phys. 46 I p. 507, E. T. Z. 11 (1890) p. 103.

[4]) s. H. Sieveking u. A. Behn, Drudes Ann. 15. 795. 1904.

nun in Übereinstimmung mit den Schwingungen der Stimmgabel die Stromstärke des die Stimmgabel beeinflussenden Elektromagneten, so daß man beliebig lange die Gabel tönen lassen kann. Bei der Analysierung dieser Vorgänge würde man natürlich berücksichtigen müssen, daß eine Veränderung des Mikrophonwiderstandes die Stromstärke in den Elektromagnetwindungen verändert und die so veränderte Stromstärke wiederum eine Variation im Mikrophonwiderstand hervorbringt. Auch dürften die Schwingungen der Gabel induzierend auf den Elektromagneten wirken. Eine solche gegenseitige Beeinflussung von Stromschwankungen und Widerstandsschwankungen soll nach der Elektrotechnischen Zeitschrift 1891 von wesentlichem Belang sein bei einem von Eisenmann in der Urania vorgeführten elektrischen Klavier, welches eben dadurch den großen Vorteil vor Klavieren mit mechanischem Anschlag hat, daß wie bei den eben erwähnten Stimmgabeln die Töne beliebig lange in ungeschwächter Kraft angehalten werden können. Batterie, Kontakte, Mikrophone und die die Saiten magnetisch beeinflussenden Elektromagnete liegen in einem Stromkreis. Durch das Hinunterdrücken einer Taste schließt man den entsprechenden Kontakt, und Elektromagnet und Mikrophon werden vom Strom durchflossen. Die entsprechende Saite wird angezogen und gerät in Schwingungen, welche [1]) induzierend auf den Elektromagneten einwirken und dadurch Stromschwankungen hervorrufen, die den Mikrophonwiderstand entsprechend verändern. Nach dem Referenten in der E. T. Z. vergrößern diese Widerstandsschwankungen wieder die Stromschwankungen, wodurch dann wiederum die Schwingungen der Saite eine Vergrößerung erfahren.

Derartige oder vielmehr ähnliche gegenseitige Beeinflussungen von Mikrophonen und Empfangsapparaten (Telephonen) sind schon bald nach der Erfindung des Mikrophons von Hughes [2]) beobachtet worden. Ähnliche Beobachtungen machten später Hibbard und Pickernell [3]) von der American Telephone and Telegraph Company. Diese Erscheinungen bestehen darin, daß häufig laute und schrille Töne entstehen, wenn man das Empfangstelephon in die Nähe des Mundstücks vom Sender bringt, und werden dadurch erklärt, daß die auf irgend eine Weise in Schwingung versetzte Empfangstelephonplatte die zwischen Mikrophon und Telephon befindliche Luftschicht in entsprechende Schwingungen versetzt, welche nun ihrerseits Widerstandsänderungen im Mikrophon hervorrufen, welch letztere durch den primären und sekundären Kreis auf das Telephon wirken,

[1]) s. E. T. Z. 1890 p. 211, s. auch E. T. Z. 11 (1890) p. 585 über G. Breeds Erzeugung musikalischer Töne auf elektrischem Wege.

[2]) s. darüber Lockwood. Electr. World 28 (1896) p. 596—597 u. Phil. Mag. (5) vol. 6, p. 49.

[3]) F. d. Phys. 46 II p. 707, Amer. Electr. Rev. 1890, Electric. New York 10 p. 246, Electric. London 25 p. 540, E. T. Z. 11 p. 537; s. auch Lockwood l. cit.

und so fort.[1]) Dieses durch die nahe Gegenüberstellung von Mikrophon und Telephon hervorgerufene laute Tönen soll sich zwar oft im Telephonbetriebe in störender Weise bemerkbar machen, andererseits aber scheint es nicht ausgeschlossen zu sein, daß die auf diesem Prinzip beruhenden Wellenströme noch Bedeutung für Praxis und Wissenschaft erhalten werden.[2]) Nachdem die Firma Siemens & Halske[3]) vor einigen Jahren in ihrem Mikrophonsummer die vermittelnde Luftstrecke dadurch fortfallen ließ, daß der sekundär angeschlossene Elektromagnet unter die eiserne Membran des Mikrophons gesetzt wurde, haben v. Lieben u. Reiß[4]) zur Steigerung der Wirkung die Schaltung dadurch vereinfacht, daß sie die Transformation fortließen und das mit einer Eisenscheibe von 0,1 mm Dicke versehene Berlinersche Mikrophon und den dem Mikrophon gegenüberstehenden Elektromagneten in den nämlichen Stromkreis einschalteten. Aus ihren weiteren Untersuchungen ergab sich, daß die Schwingungszahl des Wellenstromes, d. h. also die Höhe des so produzierten Tones, sehr wesentlich von der im Stromkreise herrschenden Selbstinduktion abhängt. Bei ihrer Versuchsanordnung, die sie so getroffen hatten, daß eine Reihe verschiedener Selbstinduktionsspulen abwechselnd in den Mikrophonstromkreis eingeschaltet werden konnte, fanden sie schließlich, daß die Grenzen, innerhalb deren die Schwingungszahlen leicht variiert werden können, ungefähr 300 bis 1000 pro Sekunde betragen. In dieser leichten Variationsmöglichkeit und dem sinusförmigen Charakter der Stromschwingungen sehen v. Lieben u. Reiß mit Recht große Vorzüge gegenüber den Stimmgabel- und Saitenunterbrechern und erhoffen eine Verwendbarkeit ihres Prinzips nicht nur für meßtechnische Zwecke, sondern auch im Dienste der Multiplextelegraphie.

5. Verwendung zu medizinischen Zwecken.

Vielfach hat man versucht, das Mikrophonprinzip in den Dienst der ärztlichen Wissenschaft zu stellen[5]), und ebenso hat es bei physiologischen Arbeiten gute Dienste geleistet.

Schon 1878 legten Chardin und Berjot[6]) der französischen Akademie der Wissenschaften durch du Moncel einen Apparat zur Auffindung von

[1]) s. auch Lüdtge, Dingl. Polyt. Journ. vol. 232 p. 234, M. Karsten, E. T. Z. vol. 8 p. 299—300 u. Lum. El. vol. 25 p. 137—138 und Deckerts diesbezügl. Beobachtungen E. T. Z. 13 p. 489.

[2]) s. R. v. Lieben u. R. Reiß, E. T. Z. 24 p. 497, F. d. Phys. 59II p. 224, Beibl. d. Phys. 27 p. [137], Vierteljahresschr. d. Wien. V. z. Förd. d. phys. u. chem. Unt. 1903 p. 72—73.

[3]) Nach d. E. T. Z. Deutsche Patentschr. 107839.

[4]) l. cit. Erregung von Wellenströmen durch eine Mikrophonanordnung.

[5]) s. dazu Elektrot. Bibliothek Bd. 18 p. 356—365.

[6]) C. R. 87 p. 271.

Blasensteinen vor, dessen Idee von Hughes und H. Thompson[1] herrührte. Das Wesen derselben beruht in der Einführung einer Sonde in die Blase; mit der Sonde ist in geeigneter Weise ein Mikrophon verbunden. Sobald die Sonde gegen einen Stein stieß, sollte sich in einem in geeigneter Weise mit dem Mikrophon in Verbindung stehenden Telephon ein eigenartiger Ton kundgeben. Chardin und Prayer vervollkommneten dies Instrument, so daß es mit allen möglichen Sonden, Wundsonden, Uterussonden, Schlundsonden usw. versehen werden konnte. Auch zur Untersuchung von Muskelbewegungen wurde das Mikrophonprinzip verwandt.[2] Ladendorf[3] verband das Stethoskop mit dem Mikrophon, S. Th. Stein gab dem Instrument eine praktischere Anordnung[4]. Ducretet konstruierte ein sehr empfindliches mikrophonisches Stethoskop[5], mittels dessen durch mehrere Telephone zugleich die schwächsten Puls- oder Herzschläge wahrgenommen werden konnten. Bei diesem Apparat wurden zwei Mareysche Trommeln[6] verwandt, welche die leisesten Bewegungen auf das Mikrophon übertrugen. M. Boudet[7] gab dem Mikrophon in seinen Apparaten für medizinische und physiologische Studien eine besonders große Empfindlichkeit. Seinen Mikrophonsprecher benutzte er zur Analysierung der in der Sprache vorkommenden Schwingungen[8], wobei bemerkt sei, daß neuerdings Blondel seine verbesserten Oszillographen[9] zur Vokalanalyse benutzt hat und daß kurz darauf Hartmann-Kempf[10] derartige Analysen ausführte, indem er auf den Rand der im Mikrophonstromkreis liegenden Telephonmembran einen Hohlspiegel aufkittete, welcher einen Lichtpunkt auf eine mit einem photographischen Film bespannte rotierende Trommel reflektieren ließ. Auf diese Weise stellte er Vokal- und Konsonantenkurven in verschiedenen Tonstärken dar. Dabei untersuchte er eingehend den Einfluß der Eigenschwingungen der Telephon- und auch der Mikrophon-

[1]) s. Berliner Klin. Wochenschrift 1878 Nr. 36 und Sir Henry Thompson, The Microphone in Surgery, Nature 18 p. 157 und Brit. Med. Journ. 1878 Nr. 910, A lecture on the use ot the microphone in sounding for stone.

[2]) s. G. Trouvé und H. de Boyer, La Lum. Électr. Bd. 2, p. 97.

[3]) Berlin. Klin. Wochenschrift. 1878, Nr. 38.

[4]) Zentralbl. f. El. Bd. 1, S. 374—380.

[5]) Compt. Rend. 87 p. 103—104.

[6]) s. Compt. Rend. 50 (1860) p. 634—637.

[7]) La Lum. El. Bd. 3 p. 389—391, Zentralbl. f. El. Bd. 3 p. 30—32.

[8]) Compt. Rend. 88 p. 847—849.

[9]) s. F. d. Phys. 49 I p. 29—30, Compt. Rend. 116 (1893) p. 748—752, F. d. Phys. 57 I (1901), p. 414 u. Compt. Rend. 133 p. 786—789, Méthode nouvelle pour l'étude de la parole et des courants microphoniques.

[10]) Drud. Ann. 8 (1902) p. 481—538, F. d. Phys. 58 I p. 485.

membran[1], welch letztere sich besonders stark bemerkbar machte beim Mikrophonmodell der Telephonstationen der Reichspost, dagegen relativ wenig bei Berliners Universaltransmitter und beim Mikrophon von Mix & Genest. Ein Myophon benannter Apparat diente Boudet zur Untersuchung des Muskelgeräusches, sein Sphygmophon zur Untersuchung des Pulses. Bei all diesen geringen Intensitätsschwankungen, welche das Mikrophon beeinflussen, müssen selbstverständlich Empfangstelephone mit möglichst geringem Widerstande angewandt werden, da die im Mikrophon hervorgebrachten Widerstandsschwankungen bei diesen äußerst schwachen Geräuschen sehr gering sind. Den schwachen Geräuschen entsprechend darf auch der ursprüngliche, auf die Kontakte ausgeübte Druck nur gering sein.[2]) Dabei muß dann wieder bedacht werden, daß der zur Verwendung gelangende Strom nicht zu stark ist, damit nicht die leisen durch den Körper verursachten Schwankungen überlagert werden durch die bekannten, von einem starken Strom auf lose Kontakte ausgeübten Wirkungen.

Im Jahre 1896 wandte A. de Holowinski[3]) das Mikrophon in Verbindung mit einem optischen Telephon zur „Photographie der Herzgeräusche" an. Schließlich sei hier noch Preußes[4]) gedacht, welcher Telephon und Mikrophon verwandte, nicht nur, um einseitige Taubheit zu erkennen, sondern auch, um die Simulation einseitiger Taubheit aufzudecken. Bei der von ihm angegebenen Anordnung hat der untersuchende Arzt es nämlich in der Hand, durch passende Stromwender usw. das Mikrophon nach Belieben bald mit beiden, bald nur mit dem ans linke und bald nur mit dem ans rechte Ohr des zu Untersuchenden gelegten Telephon zu verbinden, ohne daß der zu Untersuchende davon Kenntnis erhält. Zur Kontrolle für den Arzt, ob der Apparat gehörig funktioniert, dient ein drittes in den nämlichen Stromkreis eingeschaltetes Telephon. Alles in allem genommen scheint aber, soweit wir uns haben informieren können, das Mikrophonprinzip bislang jedenfalls keine ausgedehnte praktische Verwendung in der Medizin gefunden zu haben.[5])

[1]) s. auch Fröhlichs Optische Darstellung der Vorgänge im Telephon etc., E. T. Z. 8 (1887) p. 210–217, Lum. él. vol. 24 p. 381–383 u. vol. 25 p. 180–187, F. d. Phys. 43 I p. 555–557, bei welcher er vielfach die Schwingungen der Telephonmembran auf empfindliche Flammen wirken ließ und die er auch vor allem zum Studium der Wiedergabe der Vokale durch das Telephon empfahl.

[2]) s. hierbei auch Hughes und Blyth, Nature 18 p. 172–173.

[3]) C. R. 123 p. 162–165.

[4]) Physiol. Ges. in Berlin, 16. Mai 1879 und Elektrot. Bibl. Bd. 18 p. 358–360.

[5]) s. noch Aur. Bianchi, Il telefono ed il microfono applicati alle science mediche; modalita di ascoltazione nella diagnosi medica; memoria. 126 p. Milano, frat. Rechiedec. 1883. Dagli Annali univ. di Medicina vol. 261; Elektrot. Bibl. Bd. 20 p. 17.

6. Erdbebenforschung.

Um äußerst schwache Wirkungen handelt es sich zumeist bei der Erdbebenforschung, in deren Dienst das Mikrophonprinzip im Grunde schon vor der eigentlichen Erfindung des Mikrophons getreten ist, wie wir hernach sehen werden. In Mondes (2) 47 p. 459 wird unter der Überschrift „La terre parle“ von der Aufstellung eines mikrophonisch-telephonischen Apparates auf dem bekannten Vesuvobservatorium berichtet, durch welchen man deutlich die unterirdischen Erschütterungen wahrnehmen konnte, und man erfährt dort auch von ähnlichen befriedigenden Versuchen an anderen Orten Italiens. Derartige Beobachtungen knüpfen sich vor allem an die Namen Mugna[1], welcher 1881 auf der Elektrizitätsausstellung zu Paris einen „Ascoltare endogeno“ genannten Apparat ausstellte[2], de Rossi und Mocenigo[3], Palmieri[4], Milne[5], Baratta[6] und Cancani[7]. Letzterer steht übrigens der Verwendung des Mikrophons zu seismologischen Studien ziemlich skeptisch gegenüber, da nach seiner Überzeugung bei seinen Beobachtungen vielfach bei Ausschluß aller Erschütterungen Geräusche im Telephon zu vernehmen waren. Er will dabei allerdings nicht in Abrede stellen, daß in einzelnen Fällen unterirdische Bewegungen die im Telephon beobachteten Geräusche verursachten, und gibt gleichzeitig Ratschläge für die Maßregeln bei der Verwendung mikrotelephonischer Apparate. Sehr interessant ist es, daß Mocenigo aus Vicenna[8]) bereits 1875 beobachtet hatte, daß künstlich hervorgerufene Reibungen oder Stöße bei in losem Kontakt miteinander befindlichen Leitern („per effetto soltanto di attriti e di scosse communicate artificialmente ai conduttori posti fra loro in semplice contatto instabile“) mittels des Galvanometers Störungen bezw. Stromunterbrechungen anzeigen. Bald darauf beobachtete Mocenigo ähnliche Galvanometerschwankungen bei scheinbar vollkommener Ruhe der Apparate. Er teilte de Rossi seine Beobachtungen mit, und dieser sprach den Gedanken aus, daß die Erscheinung vermutlich durch außerordentlich geringe seismische Bewegungen veranlaßt sei. Mocenigo fing nun an, in der angedeuteten Richtung Untersuchungen anzustellen.

[1]) Cimento (3) 7 p. 162.
[2]) Lum. él. vol. 4 p. 270—271.
[3]) Nature 20 p. 179—180, Sill. J. (3) 18 p. 159—160, Engin. 29 p. 498.
[4]) Nature 19 p. 207.
[5]) Sill. J. (3) 19 p. 427, Nature 21 p. 382—383.
[6]) Nature 43 p. 209.
[7]) Atti R. Accad. dei Linc. 3 (1) p. 328—331.
[8]) Fenomeni singolari di interferenza fra le correnti elettriche ed i promossi mecanicamente sul legno, Bassano 1875; s. auch F. d. Phys. 35 p. 1311, Bulletino del Vulcanismo Italiano, Roma 1878, Sill. J. (3) 18 p. 159—160, Nature 20 p. 179—180, H. Gretschel, Das Telephon, das Mikrophon und der Phonograph, Leipzig (Quandt u. Händel) 1883 p. 95—97.

Unterdes traf ihn die Kunde von der Erfindung des Mikrophons aus Amerika. De Rossi versuchte alsbald, die neue Erfindung für seine seismologischen Studien[1]) zu verwerten, indem er in seinem ca. 17 Meilen von Rom entfernten Observatorium zu Rocca di Papa 20 Meter unter der Erdoberfläche ein Mikrophon aufstellte, welches im wesentlichen aus einer silbernen Platte und einem mit leichtem Druck dagegenliegenden, ausbalancierten und mit einer Spitze versehenen (pointed) Hebel bestand. Die Nachtstunden wurden zur Beobachtung verwandt. Es wurden nun ganz ähnliche Geräusche vernommen, wie sie Mocenigo beobachtet hatte. Dieselben waren von periodischem Charakter und fielen häufig mit den vom Seismometer registrierten Bewegungen zusammen. Einmal beobachtete de Rossi um ca. $3^1/_2$ Uhr morgens am Telephon und wurde überrascht durch ein an Musketenfeuer erinnerndes Getöse; bald darauf, um ca. 4 Uhr, erfolgte ein Erdstoß. In der Nacht des 22. September 1878 verursachte der Vesuv ein donnerähnliches Getöse, und gleichzeitig ließ das Mikrophon in Rocca di Papa ein lautes, metallisch klingendes Geräusch hören. Das Mikrophon wurde bald darauf in das unter Palmieris Leitung stehende Vesuvobservatorium[2]) gebracht, und es war nun möglich, das gegenseitige Entsprechen der Aufzeichnungen des Seismographen und der durchs Mikrophon übertragenen Töne noch genauer zu konstatieren und den seismischen Wert (il significato sismico) der verschiedenen Töne festzustellen. Erwähnt sei schließlich noch die Wahrnehmung, daß das Ticken einer mit einem Mikrophon verbundenen Uhr unmittelbar vor einem Erdstoß besonders laut gehört wird und mit dem allmählichen Verklingen der seismischen Störung schwächer und schwächer wird, worauf de Rossi die Konstruktion eine Mikrophons für derartige Beobachtungen gründete. Auch später hat man, vor allem in Italien, vielfach das Mikrophonprinzip für die Erdbebenforschung auszunutzen versucht. Im Jahre 1890[3]) gab beispielsweise Baratta eine Methode an, um die durch die Variationen des Mikrophonstromkreises veranlaßten Schwankungen der Telephonplatte auf einen kleinen, um eine horizontale Achse drehbaren Spiegel zu übertragen, welcher das durch eine Linse auf ihn geworfene Licht auf lichtempfindliches, um eine rotierende Trommel gewickeltes Papier reflektiert. Was nun die Beurteilung der Anwendung des Mikrophonprinzips auf die Erdbebenforschung betrifft, so scheint man sich in Deutschland zum Teil ziemlich skeptisch dagegen zu verhalten, zum Teil auch scheint diese Anwendung wenig oder gar nicht bekannt zu sein. Hörnes gibt in seiner Erdbeben-

[1]) s. F. d. Phys. 39^{III} p. 753, Mondes (3) vol. 5 p. 449—455.

[2]) Nature 19 p. 207, Nature 20 p. 179—180.

[3]) Rivista Scientifico-Industriale 1890, Nature vol. 43 p. 209 und Electr. Rev. vol. 28 p. 116.

kunde (1893 p. 182) nur kurz an, daß das Mikrophon mit Vorteil angewandt sei, um sehr feine Erschütterungen akustisch wahrnehmbar zu machen. Ehlert gibt in seiner 1897 erschienenen Schrift[1] eine Übersicht über die diesbezüglichen Bestrebungen, indem er zum Schluß darauf hinweist, daß selbst eine brauchbare Beobachtung immer nur dazu angetan sein würde, etwas über die Intensität der Störung anzugeben, dagegen niemals etwas über die Richtung des Stoßes. Im Handbuch der Erdbebenkunde von Sieberg (1904) finden wir über mikrophonische Seismometer nichts angegeben. Man hat ja wohl mit einem gewissen Recht darauf hingewiesen, daß sich vielfach im stromdurchflossenen Mikrophon Geräusche ohne äußere Einwirkung kundtun, und daß dies bei der besprochenen Klasse von Apparaten irreleitend werden könnte. Hier ließe sich aber vielleicht Wandel schaffen, wenn man vor allem dafür sorge, daß die an die Mikrophonkontakte angelegte elektromotorische Kraft nicht zu groß ist und daß — dies wohl allerdings auf Kosten der Empfindlichkeit — die Kontaktstücke nicht mit gar zu geringem Druck aufeinander liegen. Gewiß, die auf dem Mikrophonprinzip beruhenden Seismometer geben über die Richtung des Stoßes nichts an, auf der andern Seite aber darf man doch nicht neben der ungeheuren Empfindlichkeit des Mikrophons die relativ einfache Konstruktion derselben vergessen. Auch ist zu berücksichtigen, daß seit 1878 die Erfahrungen bezüglich der Empfindlichkeit und der gleichzeitigen Sicherheit im Funktionieren derartiger Apparate einen wesentlichen Schritt vorwärts gemacht haben. Immerhin wäre es doch interessant und in manchen Fällen vielleicht von einigem Wert, in häufiger von Erdbeben heimgesuchten Gegenden auf diesem Prinzip beruhende Apparate neben andern Seismometern aufzustellen oder dieselben dort aufzustellen, wo aus pekuniären oder andern Gründen die sonst gebräuchlichen Seismometer nicht zur Verwendung kommen. Es soll hier nur das Augenmerk auf diese nicht uninteressante Anwendung des Mikrophonprinzips gelenkt werden, weil gerade momentan das Interesse an der Erdbebenforschung nicht nur bei uns, sondern allgemein besonders groß zu sein scheint.

7. Wahrnehmung anderer, mehr oder weniger schwacher Wirkungen.

De Rossi hat auch den Vorschlag gemacht, die jedenfalls sehr oft schlagenden Wettern vorausgehenden mikroseismischen Wellen[2] auf ein Mikrophon wirken zu lassen, um hierdurch in Gemeinschaft mit barometrischen Indikatoren die Arbeiter rechtzeitig warnen zu können.

[1] Zusammenstellung, Erläuterung und kritische Beurteilung der wichtigsten Seismometer, Bd. 3 Heft 3 von Gerlands Beitr. der Geophysik.

[2] s. Huguenel, Beitrag zur Erklärung der Erdbeben und der schlagenden Wetter.

Ähnlich wollte de Locht-Labye durch sein besonders empfindliches auf dem Prinzip loser Kontakte beruhendes Pantelephon [1]) die Geräusche und Bewegungen der Gruben kontrollieren. Ob diese Vorschläge in die Praxis umgesetzt worden sind, haben wir nicht erfahren können, jedenfalls aber scheinen auf diesem Prinzip beruhende Indikatoren heutzutage bei uns, wie wir aus G. Köhler, Lehrbuch der Bergbaukunde 1904, entnehmen, höchstens von untergeordneter Bedeutung anderen Instrumenten gegenüber zu sein. In Frankreich hat E. Hardy in den neunziger Jahren [2]) von einem neuen, sehr sinnreichen Gesichtspunkt aus versucht, die Gruben mit Hilfe des Mikrophonprinzips auf schlagende Wetter hin zu kontrollieren. Hat man zwei gleiche Orgelpfeifen und setzt dieselben gleichzeitig in Funktion mittels zweier Blasebälge, welche beide mit reiner Luft gespeist werden, so lassen beide gleichzeitig den nämlichen Ton erklingen. Ist aber der eine Blasebalg mit verunreinigter Luft bezw. direkt mit einem anderen Gas gespeist, so wird die Tonhöhe der mit ihr in Verbindung stehenden Pfeife entsprechend geändert, und die beiden Pfeifen veranlassen, wenn sie gleichzeitig angeblasen werden, Schwebungen, deren Zahl von der Stärke der Verunreinigung abhängt. Diese Tatsache benutzt Hardy zur Bestimmung der Reinheit der Luft in den Bergwerken, indem der eine Apparat, von dem aus die eine Pfeife zum Tönen gebracht wird, abgeschlossen und mit reiner Luft gefüllt ist, wogegen zu dem entsprechenden andern Apparat etwa verunreinigte Luft freien Zutritt hat. An jede der beiden Pfeifen wird ein Mikrophon angesetzt und elektrisch mit einer an beliebiger Stelle vorhandenen Kontrollstation verbunden. Auf diese Weise soll man mit großer Schärfe die Schwebungen feststellen können. Die Methode soll sich als äußerst empfindlich herausgestellt haben, und es soll sich beispielsweise bei mit Leuchtgasverunreinigung angestellten Versuchen ergeben haben, daß das Vorhandensein von $^1/_{10}$ Prozent Leuchtgas drei Schwebungen in 20 Sekunden und dasjenige von 1 Prozent 30 Schwebungen in 20 Sekunden verursachte.

Um äußerst geringe Wirkungen handelt es sich auch bei der [3]) vom Grafen von Engenberg bei Nacht vorgenommenen Aufsuchung von Quellen durch in den Boden eingegrabene Mikrophone, welche, wie es damals verlautete, sehr gute Resultate ergab. Es mag dabei erwähnt

---

[1]) E. T. Z. Bd. 1 p. 251—253, Zentralbl. f. Elektrot. Bd. 2 p. 390—394, Dingl. J. 1880, Elektrot. Rdsch. vol. 1 (1883—84) p. 42—44.

[2]) La Nature 21 p. 401—402, Wied. Beibl. 18 p. 321 u. 440. F. d. Phys. 49 I (1893) p. 553, Compt. Rend. 117 p. 573—574, Dingl. Polyt. Journ. 290 p. 273—274, Revue industrielle vom 2. Dez. 1893, F. d. Phys. 51 I p. 499, Compt. Rend. 120 p. 300—302, Wied. Beibl. 20 p. 852, Compt. Rend. 121 p. 1116—1117.

[3]) E. T. Z. Bd. 2 p. 300, Lum. él. vol. 3 p. 440.

sein, daß der indische Gelehrte Radscha Sir T. Radava Row diese Verwendung des Mikrophons schon vorher empfohlen hatte.

In ähnlicher Weise findet das Mikrophon im Festungskriege Verwendung, um die Dienste der sonst nötigen Vorpostenlinien zu leisten,[1]) auf welche Möglichkeit zuerst der Telegraphenkontrolleur der österreichischen Nordwestbahn, Axt, im Jahre 1880 hingewiesen zu haben scheint. Nach seinem Vorschlag werden von ca. 400 zu 400 Metern (bei nassem Boden wird geringerer Abstand nötig) zweckentsprechend gestaltete Mikrophone in den Boden versenkt, und unterirdische Leitungen führen zum Beobachtungspunkte, wo die Lage der einzelnen Mikrophone in eine Karte eingezeichnet ist. Als Empfangsapparate dienen gewöhnliche Telephone. Wenn man bedenkt, wie vorzüglich die Erde Schallschwingungen überträgt, so wird ein solcher Gedanke allerdings nahegelegt. Im Jahre 1888 machte ein französischer Offizier, Desbordieu[2]), den nämlichen Vorschlag und gab eine Kombination eines Mikrophons mit einem in den Erdboden einzubohrenden Gehäuse an. Aus der E. T. Z. erfahren wir auch, daß bereits vorher ein deutsches Reichspatent auf einen Erdbohrer mit Kohlenmikrophon für militärische Zwecke erteilt wurde (an Drawbaugh). Derartige Apparate haben nach der nämlichen Quelle bei Manövern ausgezeichnete, ja ganz überraschend gute Resultate gezeitigt.

Im Anschluß hieran mag gleich mitgeteilt werden, daß das Mikrophon auch in der Ermittlung von Leckstellen in Wasserleitungsanlagen Verwendung gefunden hat. Einen diesbezüglichen Vorschlag machte bereits im Jahre 1878 Ph. Seubel bei einem Bruch des Hauptzuführungsrohrs der städtischen Wasserleitung in Canton im Staate Ohio, und die Ausführung war von bestem Erfolg begleitet.[3]) Unabhängig davon, wie es scheint, hat Kümmel in Altona den Gedanken gefaßt, das Mikrophonprinzip zu diesem Zweck auszunutzen, und der Mechaniker Paris konstruierte daraufhin ein „Hydrophon" genanntes Instrument, welches sich als durchaus brauchbar für die Praxis[4]) erwies[5]), so daß der Kongreß der Gas- und Wasseringenieure zu Eisenach die von ihm angegebene Form adoptierte.[6])

[1]) E. T. Z. Bd. 1 p. 168—169.

[2]) E. T. Z. Bd. 9 p. 402.

[3]) Zentralbl. f. Elektrot. Bd. 8 (1886) p. 368—369.

[4]) Das Tropfen eines Hahnes soll nachts deutlich vernehmbar gewesen sein.

[5]) Zentralbl. f. Elektrot. 8 p. 700—701 und E. T. Z. 8 p. 144—145, Électricité 1887 p. 26, Électric. London vol. 18 p. 250, Bull. soc. internat. des él. 1887 p. 38, Génie civ. vol. 10 p. 151, D. R. Pat. Klasse 42 Nr. 38857, Patentbl. 1887, Auszüge p. 255, F. d. Elektrot. 1 p. 283, 305 u. 311.

[6]) Vortrag auf der 26. Jahresversammlung des Vereins.

8. Signalisierung, Orientierung und damit Verwandtes.

Blake stellte eingehende Untersuchungen[1]) darüber an, wie weit sich das Mikrophon unter Wasser benutzen lasse. Bei seinen im Wabasch-Fluß angestellten Versuchen gelang es ihm, auf eine Entfernung von 1 bis 1½ engl. Meilen Signale wahrzunehmen. Als Geber benutzte er eine Glocke, als Empfänger eine Art Adersches Mikrophon. Um die nämliche Zeit (1887) berichtete die Electrical World von ähnlichen Versuchen, welche Edison mit gutem Erfolg in Florida anstellte.[2]) Es handelte sich auch hier um die Übertragung von Tönen; an die Übertragung der Sprache soll Edison nach den diesbezüglichen mißglückten Versuchen von Trowbridge nicht gedacht haben. Kurz darauf wies Holthof[3]) auf seine analogen in Vergessenheit geratenen, auf dem Kurteich in Wiesbaden gelegentlich der 60. Versammlung deutscher Naturf. und Ärzte[4]) angestellten Versuche hin, welche sowohl mit Glocken als auch mit einem Sirenenmodell als Sender und einem Unterwassermikrophon als Empfänger angestellt wurden. Bei dieser Gelegenheit machte er auch darauf aufmerksam, daß das von ihm für diesen Zweck konstruierte Mikrophon nach Verlauf von fünf Monaten ebenso gut unter Wasser funktionierte wie am ersten Tage. Banaré[5]) ging von dem Gedanken aus, daß die Membran des unter Wasser befindlichen Mikrophons nur dann in richtiger Weise schwingen kann, wenn von beiden Seiten der gleiche Druck auf sie ausgeübt wird. Dies erreichte er durch einen mit Luft gefüllten Gummiball, in welchem der ins Meer versenkte Apparat angebracht war. Die größte Entfernung, bis zu welcher noch eben signalisiert werden konnte, betrug 5200 Meter; unausgesetzt deutlich wurden die Signale bei einer Distanz von 1400 Metern vernommen. Um gleichen Druck auf beiden Seiten der Membran eines im Wasser benutzten Mikrophons zu haben, schlug 1890[6]) K. Hieronymus vor, die Mikrophonkontakte in eine hölzerne, hermetisch verschlossene und mit einer schlecht leitenden Flüssigkeit gefüllte Kapsel zu bringen. Natürlich mußte die Flüssigkeit beweglich genug sein, um nicht die mikrophonische Wirkung zu hindern oder gar aufzuheben. Gleichzeitig wollte Hieronymus

[1]) E. T. Z. 9 (1888) p. 57, s El. World vol. 10 p. 113, Engin. vol. 44. (1887) p. 325, El. Rev. New York vol. 10 p. 5, Electrot. London vol. 19 p. 546, F. d. Elektric. 1887 p. 38, F. d. Elektrot. vol. 1 p. 543.

[2]) s. auch F. d. Elektrot. vol. 1 p. 538, Öster. Ung. Post 1887 p. 172, Lum. él. vol. 24 p. 398.

[3]) Zentralbl. f. Elektrot. vol. 10 (1888) p. 145—146, s. auch E. T. Z. 11 p. 49.

[4]) s. das betr. Tageblatt p. 233.

[5]) E. T. Z. 9 p. 486—487, F. d. Phys. 45 II p. 714, C. R. 107 (1888) p. 197 u. 457—458, Annales industrielles 1888 und Moniteur industriel.

[6]) s. E. T. Z. 11 p. 86—87, F. d. Phys. 46 II p. 555.

erreichen, daß die Mikrophonkontakte in einem möglichst sauerstoffarmen Medium vorm Verbrennen geschützt würden.

Später haben sich der vor einigen Jahren verstorbene Professor Elisha Gray und A. J. Munday[1]) eingehend mit diesem Problem beschäftigt und hatten ausgezeichnete Erfolge, indem man mittels elektrischer Empfangsapparate die Signalglocke bis zu 12 Seemeilen hören konnte. An diese Versuche anknüpfend ersann Munday eine Methode, um ein Schiff sicher in den Hafen zu steuern, indem er zwei Glocken von verschiedener Tonhöhe, welche in gleichem Abstande von der Hafeneinfahrt versenkt waren, und deren Klöppel durch einen Strom betätigt wurde, der vom Lande aus mittels Kabels zugeführt wurde, gleichzeitig zum Tönen brachte. Ist das Schiff ungleich weit von beiden Glocken entfernt, so vernimmt man erst den höheren und dann den tieferen Ton bezw. umgekehrt und kann aus der Länge des Zeitintervalls, welches zwischen dem Hören der verschiedenen Töne vergeht, und durch Benutzung der Seekarte die Lage des Schiffes bezüglich der Hafeneinfahrt leicht finden. Kürzlich hat Munday verschiedene Mikrophonformen beschrieben, welche zur Aufnahme von Schallwellen unter Wasser bestimmt sind. Nach dem System Munday-Gray[2]) gearbeitete und von der Submarine Signal Comp. Boston bezogene Gebe- und Empfangsapparate sind erst vor ganz kurzer Zeit von der Kaiserl. Marine im Kieler Hafen ausprobiert worden, und zwar nach den Berichten der Tagesblätter mit sehr gutem Erfolge.

Im Jahre 1889 hatte Chaye[3]) das Mikrophon zur Bestimmung der Richtung eines ankommenden Schiffes vorgeschlagen. Zu dem Ende sollte die Mikrophonplatte in einer bleiernen Büchse mit starken Wänden, welche ein Fenster hatten, untergebracht werden. Bei Drehung der Büchse mußte man die Maximalstärke des zu beobachtenden Geräusches erhalten, wenn es in einer bestimmten, geeigneten Lage war. Es wurde damals berichtet von sehr befriedigenden, nach dieser Richtung hin angestellten Versuchen. Wie weit diese Berichte zutreffend sind, haben wir allerdings nicht kontrollieren können.

Eine verwandte Aufgabe hat das Mikrophon in einem von einem schwedischen Ingenieur H. Berggraf[4]) erdachten Apparat. Auch hier hat das Mikrophon Signale aufzunehmen; während diese Signale aber

[1]) E. T. Z. 1901 p. 471, Maiheft 1901 der Electric. World and Engineer, Fortschr. d. Elektrot. 1904 p. 710.

[2]) siehe Engin. vom 28. April 1905; und auch Verhandl. auf dem Vereinstage des Verbandes deutscher Seeschiffer 1905.

[3]) F. d. Phys. 45 II p. 668, Lum. él. 33 p. 535 u. 633, Bull. internat. de l'électr. 1889 p. 146, Telephone 1 p. 425, E. T. Z. 11 (1890) p. 13.

[4]) siehe Elektroteknisk Tidskrift 1905 p. 20—22, wo sich eine Skizze des Apparates befindet.

in dem vorher besprochenen Fall bei einem entfernten Schiff abgegeben werden, befinden sich in diesem Fall, wo es darauf ankommt, die Meerestiefe an einer gewissen Stelle zu bestimmen, Signalapparat und Empfangsapparat auf einem und demselben Schiff. Der dem Apparat zugrunde liegende Gedanke ist, die Zeit zu messen, welche die vom Signalapparat ausgehenden Schallwellen gebrauchen, um bis zum Meeresgrunde hin und zurück zum Schiff zu kommen, was einen Schluß auf die Meerestiefe zuläßt. Die Seele des Apparates ist ein Mikrophon, dessen schwingende Platte nebst dem damit in Verbindung stehenden Resonanzrohr genau auf den vom Signalapparat abgesandten Ton abgestimmt ist, so daß das Mikrophon eben nur auf diesen Ton reagiert und gegen alle sonstigen Geräusche usw. unempfindlich ist. Die kräftige Schwingung der Mikrophonplatte löst durch elektromagnetische Vermittelung eine der Zeit nach meßbare Zeichengebung aus. Der Erfinder verspricht sich von seinem Apparat einen großen Vorteil nicht nur für die Wissenschaft, sondern auch besonders für die Schiffahrt, indem auch Vorrichtungen getroffen sind, daß kräftig alarmiert wird, sobald das Schiff in seichtes Wasser einläuft. Der ganze Mechanismus erscheint ziemlich kompliziert, und wir haben auch über praktische Erfolge bislang nichts vernommen. Der zugrunde liegende Gedanke ist aber recht sinnreich, und es wäre wohl wünschenswert, daß er wirklich erfolgreich realisiert werden könnte. Deutsche Zeitschriften haben unseres Wissens bislang über die Erfindung höchstens kurze Notizen gebracht.

9. Astronomische Anwendung.

Da bekanntlich die Belastung einer Uhr mit einem Kontakt störend auf den Gang derselben wirkt, so wurde vor ca. 20 Jahren von W. Meyer in Genf die Verwendung des Mikrophonprinzips für den astronomischen Zeitdienst[1]) vorgeschlagen und mit Vorteil weiter ausprobiert. Die eine Aufgabe einer solchen Einrichtung bestand darin, die von der astronomischen Uhr gegebene Normalzeit nach verschiedenen Beobachtungsräumen der Sternwarte zu übertragen, die andere darin, verschiedene örtlich voneinander getrennte Uhren miteinander zu vergleichen. Für den letzteren Fall gestatteten Rheostaten, die durch die Mikrophone passierenden Ströme so abzugleichen, daß die Koinzidenz der durch das Telephon wahrgenommenen Töne von gleicher Stärke und Klangfarbe leicht zu beobachten war. Schließlich wurden von W. Meyer noch Versuche angestellt, um das Mikrophon direkt mit einem Chronographen zu verbinden, welche allerdings nicht ganz einwandsfrei waren, weil sie gelegentlich versagten. Die Schuld wurde darauf geschoben, daß die

[1]) Arch. d. scienc. phys. et nat. 5 (3) p. 25—33 u. 6 p. 418—433, Astron. Nachr. vol. 100 Nr. 2400 p. 369—372, Fortschr. d. Phys. 37 (I—II) p. 33, Zs. f. Instr. 1882 p. 192—193, L'Électricien Nr. 20 u. F. d. Phys. 38 (I—II) p. 24.

Wirkung des Tones auf das Mikrophon oft so rasch vorübergehend sein sollte, daß der Anker des zuerst auf den Vorschlag von v. Oppolzer benutzten Relais wohl losgelassen wurde, daß aber die Berührung an der gegenüberliegenden Kontaktstelle, durch welche der den Chronographen betätigende Strom eingeschaltet werden mußte, eine gar zu flüchtige war. Es zeigte sich übrigens, daß es von außerordentlicher Wichtigkeit war, genau das richtige Verhältnis zu wählen zwischen der Stärke der Erschütterungen und der Schwere des beim Mikrophonkontakt angewandten beweglichen Kohlenstäbchens. Übrigens kann nicht in Abrede gestellt werden, daß die Versuche zum großen Teil sehr befriedigend ausfielen. So ist es z. B. geglückt, eine auf der Sternwarte in Genf aufgestellte gewöhnliche Arnoldsche Pendeluhr auf dem Chronographen in Wien registrieren zu lassen. Analoge Versuche sind nach Mitteilung von Dr. Schwaßmann vor einigen Jahren an der Hamburger Sternwarte angestellt worden, wobei es sich sowohl darum handelte, die Sekunden der Uhr in einem in der Ferne aufgestellten Telephon zu hören, als auch darum, die Chronographenfeder zum Spielen zu bringen. Diese Resultate sollen allerdings wenig befriedigend gewesen sein. Vor kurzem berichtete E. Guyere in den Compt. rend. 140 p. 1429—1430 über ähnliche, sehr befriedigend ausgefallene Versuche, indem er zwecks Hörbarmachung der Sekundenschläge der Normaluhr ein Mikrophon in derselben angebracht hatte. Bei der Besprechung dieser Mitteilung in der Zeitschrift für Instrumentenkunde (Bd. 25 p. 382) wurde darauf aufmerksam gemacht, daß schon seit Jahren in Jena in ähnlicher Weise die Hauptuhr der seismischen Station mit der Hauptuhr der Sternwarte verglichen wird. Seit kurzem, nachdem es gelungen ist, sehr empfindliche Selenzellen zu konstruieren, überträgt man allerdings den Gang der Uhr mit großem Erfolg durch Vermittlung des Lichtes, indem durch die Schwingungen des Pendels eine periodische Belichtung und Verdunkelung der Selenzelle und dementsprechend eine periodische Änderung des Widerstandes im Takte der Pendelschwingungen erfolgt.

10. Verwendung im eigentlichen Verkehrsleben.

A. Das Mikrophon als Geber.

Die ausgedehnteste Verwendung hat das Mikrophonprinzip im eigentlichen Verkehrsleben gefunden, und die Anwendung steigert sich von Tag zu Tag. Im wesentlichen handelt es sich im gewöhnlichen Leben bekanntlich um die Übertragung der Sprache; zu wiederholten Malen, und zwar auch schon bald nach der Erfindung des Mikrophons [1])

[1]) Dingl. Polyt. Journ. 243 (1882) p. 264, Engineering Bd. 32 (1881) p. 633, Électricien 1882 p. 505, E. T. Z. Bd. 3 p. 383, Dingl. Polyt. Journ. 246 (1882) p. 130—133, Zentralbl. f. Elektr. Bd. 3 (1881) p. 299—300, Zentralbl. f. Elektr. Bd. 10 (1888) p. 613.

wurde es zur Übertragung von Musik, von Opern und dergl. angewandt. Die gewöhnliche Wirkungsweise ist bekanntlich die, daß die durch die Widerstandsänderungen des Mikrophons bedingten undulierenden Ströme durch magnetische Einwirkung die Platte des Hörtelephons in Schwingungen versetzen, welche ein möglichst getreues Abbild der in das Mikrophon hineingesprochenen Worte ergeben. Es ist von verschiedener Seite, so von Mercadier[1]) und vor allem mit recht gutem Erfolg von W. J. Hammer[2]) versucht worden, die durch das Mikrophon aufgenommene Sprache zunächst auf den Phonographen zu übertragen, um sie sodann zu beliebiger Zeit auf ein zweites Mikrophon wirken zu lassen. Interessant sind die von Hammer angestellten Versuche, bei denen in New York die Sprache zunächst einem Phonographen und durch diesen einem Edisonschen Kohlenmikrophon übermittelt wurde; im Franklininstitut in Philadelphia war als Empfänger ein Edisonscher Motograph[3]) aufgestellt; durch diesen wurden die Worte weiter auf ein Mikrophon übertragen, um schließlich durch einen zweiten Elektromotographen dem Publikum übermittelt zu werden. Dabei ist allerdings zu bemerken, daß die feinsten Nuancierungen der Stimme durch Benutzung des Phonographen leicht verloren gehen.

Im Zusammenhange hiermit werden am besten die originellen Versuche besprochen, das Mikrophonprinzip zur Konstruktion eines Phonographen zu verwenden. Wir denken hier zunächst an den sogenannten Phontographen von Irish[4]). Beim gewöhnlichen Mikrophon veranlassen die Schallschwingungen direkt Widerstandsänderungen und dementsprechende Stromschwankungen. Hier werden die Schwingungen gewissermaßen erst fixiert, indem eine im Stromkreis einer starken Batterie liegende und so im steten Glühen erhaltene Platinspitze die Schwingungen einer Membran mitmacht und dementsprechend eine Reihe von Schlitzen in einen über eine Walze gezogenen, gefirnißten Stanniolstreifen einbrennt. Dieser Streifen wird weiter zwischen zwei aus elastischem Material bestehenden und an ihrer Oberfläche mit feinem, anhaftendem Kohlenpulver bedeckten Walzen hindurchgeführt, von denen die eine mit dem Empfänger, die andere mit der Batterie verbunden ist. Wenn nun gefirnißtes Stanniol zwischen den Walzen liegt, so ist der Stromkreis unterbrochen; da, wo der Stift eingebrannt hat, berühren sich Kohle und Kohle. Man kann sich allerdings schwer vorstellen, daß hier eine gute Übertragung der Sprache stattfindet, da es einerseits schwer verständlich ist, wie die Größe der eingebrannten

[1]) E. T. Z. 1889 p. 301.

[2]) E. T. Z. 1889 p. 170.

[3]) siehe „Das Telephon“ von Maier u. Preece (1889) p. 72—74.

[4]) Le phontographe ou téléphone électrotermique, Lum. Él. 26 p. 293—294, E. T. Z. 1888 S. 58—59, El. Rdsch. 6 (1889) S. 21—22.

Stellen ein genügend treues Abbild der das Instrument treffenden Schallschwingungen gibt, und andererseits nicht leicht einzusehen ist, daß an der Berührungsstelle der Walzen die elektrischen Widerstandsänderungen in genügender Weise der Größe der eingebrannten Stelle entsprechen. Wie wir sahen, finden ja auch zum Teil direkte Stromunterbrechungen statt, und insofern haben wir es hier auch nicht mit dem im gewöhnlichen Sinne verstandenen Mikrophonprinzip zu tun. Diesem kommen wir etwas näher in dem von Hunter angegebenen elektrischen Phonographen.[1]) Auch hier sind die Funktionen des gewöhnlichen Mikrophons, das Aufnehmen der Schallschwingungen und das Umformen der mechanischen in elektrische Energie, an zwei verschiedene Stellen verlegt. Der mit der angesprochenen Membram bewegte Stift macht den Schallschwingungen entsprechende Eindrücke in eine dünne Kohleschicht. Zur Wiedergabe des Gesprochenen benutzt man eine Zunge, welche den nämlichen Weg zurücklegt wie vorhin die Spitze, so daß nun durch die Kohlenfläche einerseits und die Zunge andererseits ein veränderlicher Widerstand und dementsprechend ein undulierender Strom hervorgebracht wird, welcher ein Telephon betätigt. Auch bei dem von Graham Bell[2]) angegebenen Phonographen, dem sogenannten Photophonographen oder Graphophon, geschieht die Wiedergabe der durch Vermittlung des Lichtes chemisch wirkenden Schallschwingungen mikrophonisch, indem ein Mikrophon an die lichtempfindliche Schicht auf einem Zylinder gedrückt und der Zylinder in die bekannte, gleichzeitig fortschreitende und drehende Bewegung versetzt wird, wobei die phonographische Spur auf den beweglichen Kontakt einen variablen Druck ausübt, welcher nunmehr einen undulierenden Strom entstehen läßt.[3])

Ein analoges Prinzip wurde bei dem von F. Dussaud[4]) angegebenen Mikrophonograph benutzt, der eine Verbindung von Phonograph, Mikrophon und Telephon ist und dazu dienen sollte, die Worte des Phonographen zu verstärken bezw. die Größe dieser Verstärkung durch eingeschaltete Widerstände zu variieren. Das Mikrophon ruhte bei diesem Instrument auf der Membran des Phonographen und wurde so direkt mechanisch erregt. Die Übertragung konnte auf viele Kilometer weit erfolgen; M. Jaubert und Berthon verbesserten den Apparat, und es ist über

---

[1]) Lum. El. 26 p. 542, E. T. Z. 1888 S. 59, El. Rdsch. Bd. 6 (1889) S. 22.

[2]) El. Rdsch. 1888 S. 62, Engin. 42 p. 90, Dingl. Journ. 262 S. 334, G. Richard, Les graphophones, Lum. Él. 22 p. 299—305.

[3]) s. auch Wheless, Telegraphophone, El. World 14 p. 184, El. Rev. 25 p. 357, El. Rev. New York 15, 6, Nr. 5.

[4]) F. d. Phys. 54 I (1898) p. 683, Arch. scienc. phys. (4) vol. 6 (1898) p. 362—363, F. d. Phys. 55 I p. 681—682, Séances soc. franc. de phys. 1898 p. 79—80.

sehr zufriedenstellende Resultate[1]) berichtet worden. Bei den folgenden, in der neuesten Zeit konstruierten Phonographen kommt das Mikrophonprinzip nur für die Fixierung der Sprache, welche entweder des elektrischen Stromes direkt oder aber nur der Vermittlung des elektrischen Stromes bedarf, zur Anwendung. Das Mikrophon nimmt die Schallwellen auf und erzeugt in bekannter Weise die undulierenden Ströme, welche nun in einer gewünschten Richtung wirken. Beim Poulsenschen Telegraphon[2]) werden die Stromschwankungen in einen geeigneten Elektromagneten geleitet und erzeugen zwischen den Polen desselben ein den Schallwellen entsprechendes variables Magnetfeld. Ein durch das magnetische Feld gezogener Stahldraht wird nun entsprechend den Schwankungen des Magnetfeldes an den verschiedenen Stellen verschieden stark magnetisiert. Damit ist der Draht gewissermaßen beschrieben. Soll die Sprache reproduziert werden, so wird das Mikrophon durch ein Telephon ersetzt, und der Draht wird in gleicher Weise wie vorher durch das magnetische Feld gezogen (zwischen den Polen des Elektromagneten), so daß nun die verschieden stark magnetisierten Stellen durch den remanenten Magnetismus entsprechende Stromoszillationen hervorrufen, welche durch das Telephon die ursprünglichen Schallwellen reproduzieren. Das von Poulsen gefundene Prinzip ist aber einer viel weitergehenden Anwendung fähig, weshalb er auch den Namen Telegraphon statt Telephonograph als „prinzipielle“ Bezeichnung seiner Epoche machenden Erfindung beibehalten wissen will. Der Ruhmersche photographische Phonograph oder das Photographophon[3]) benutzt das Mikrophon nur in so fern, als dieses zur Hervorrufung von Lichtintensitätsoszillationen einer sprechenden Bogenlampe nötig ist. Diese Lichtintensitätsschwankungen werden photographisch fixiert auf einem bewegten lichtempfindlichen Film, welcher also dem Stahldraht bei Poulsen entspricht. Soll nun die Sprache reproduziert werden, so wird ein Positiv des Films zwischen einer Lampe und einer mit Batterie und Telephon verbundenen Selenzelle in geeigneter Weise vorbeigeführt, wobei sich die Belichtungsunterschiede des Films in Widerstandsschwankungen der Selenzelle und dementsprechende Stromschwankungen umsetzen, so daß das Telephon auch hier die ursprünglichen Schallwellen reproduziert. Es sei übrigens hier darauf aufmerksam gemacht, daß bereits Leon

[1]) s. Electr. World 39 (1902) p. 776.

[2]) s. Poulsen, Drud. Ann. 3 p. 754—760, Compt. Rend. 130 p. 1754—1755, Journ. de phys. (3) vol. 9 p. 655—661, F. d. Phys. 56 II p. 523—524, Phys. Zts. 1 p. 413—415, E. T. Z. 21 (1900) p. 385—386, s. Ruhmer darüber Phys. Zts. 1 p. 470—472, Phys. Zts. 2 p. 1—3 u. 125—128 (Neues darüber), s. Rellstab darüber E. T. Z. 22 p. 57—59, u. 210 und Poulsen hierauf E. T. Z. 22 p. 293.

[3]) F. d. Phys. 57 I p. 416, Phys. Zts. 2 (1901) p. 498--500, Der Mechaniker 9 p. 75—77, 121, 169—171.

Esquille[1]) die Strahlen eines Photophons zur Fixierung der Sprache auf einem durch ein Uhrwerk bewegten Streifen lichtempfindlichen Papiers benutzte.

Die chemische Wirkung des Stromes benutzte der von W. Nernst und R. v. Lieben[2]) angegebene elektrochemische Phonograph, indem ein Platinband ohne Ende bezw. eine Kupferscheibe durch die Mikrophonströme galvanisch polarisiert wurde. Zur räumlichen Trennung der durch die Stromschwankungen hervorgerufenen Polarisationen war es nötig, die Berührungsstelle zwischen Band bezw. Scheibe einer- und dem Elektrolyt andererseits möglichst schmal zu machen, weshalb als Elektrolyt ein mit einer leitenden Flüssigkeit getränkter Holzkeil gewählt wurde. Das Mikrophon befand sich im Primär-, Elektrolyt und Band bezw. Scheibe im Sekundärkreis. Sollte die Sprache reproduziert werden, so wurde die durch die Mikrophonströme erregte Sekundärspule aus- und statt dessen ein Telephon eingeschaltet. Wurde nun das Band bezw. die Scheibe wieder in eine passend schnelle, gleichförmige Bewegung gebracht, so konnten die aufgegebenen Laute reproduziert werden, und zwar oft viele Male nacheinander. Notwendige Bedingung war dabei allerdings, daß im Stromkreise des Telephons ein Element eingeschaltet war. Diese Tatsache bereitete den Erklärungsversuchen, auf die wir hier nicht eingehen wollen, große Schwierigkeiten, da aus derselben jedenfalls so viel mit Sicherheit hervorging, daß die bei der Reproduktion in Frage kommenden undulierenden Ströme nicht ausschließlich Entladungsströme der polarisierten Elektrode sind. Es muß hier übrigens auch bemerkt werden, daß der Gedanke, die chemische Wirkung des Stromes zur Reproduktion der Schallwellen zu benutzen, nicht neu war. Diesbezügliche Vorschläge machte beispielsweise K. Fürthner[3]).

Was nun die für den gewöhnlichen Verkehr konstruierten Mikrophone betrifft, so kann es nicht unsere Aufgabe sein, die unzähligen Arten zu erläutern oder auch nur aufzuzählen. Wir können nur auf die telegraphischen Journale bezw. elektrotechnischen Zeitschriften und auf einige empfehlenswerte ältere und neuere Werke hinweisen, aus welchen näheres zu ersehen ist: so u. a. auf „Du Moncel, Le Téléphone“, Paris 1882, auf H. Gretschel, „Das Telephon, das Mikrophon und der Phonograph“, Leipzig 1883,[4]) auf Th. Schwartze, Telephon, Mikrophon

---

[1]) Elektrot. Rdsch. vol. 4 (1887) p. 11.

[2]) Zts. f. Elektrochem. 7 (1901) p. 533—534, p. 534—538, The Electric. 47 p. 260—262, F. d. Phys. 57 II p. 631, Kön. Beibl. d. Phys. 25 p. [66], [122] und [171], Der Mechaniker 9, p. 233—235, Kön. Beibl. d. Phys. 27 p. [137], Vierteljahrsber. d. Wien. Ver. z. Förd. d. phys. u. chem. Unt. 1903 p. 70—72.

[3]) Zts. f. Elektrot. Wien 1890 p. 86—87.

[4]) Quandt und Händels Verlag.

und Radiophon 1883 (6. Bd. d. Elektrot. Bibl.), auf „Das Telephon“ von Maier und Preece 1889, das „Handbuch der Telephonie“ von Wietlisbach (1899 bearb. von R. Weber), das „Handbuch der Elektrotechnik Bd. 12“ von 1901 und die Grundzüge der Telegraphie und Telephonie von J. Rußner von 1902. Sämtliche Typen lassen sich auf zwei Grundtypen zurückführen, indem diejenigen, bei welchen mehr oder weniger große oder mehr oder weniger zahlreiche Kontakte benutzt werden, unter die Kategorie der Kontaktmikrophone fallen,[1]) wogegen die Kategorie der Pulvermikrophone diejenigen Mikrophone umfaßt, bei welchen die Eigenschaft feiner Pulver aus leitenden Substanzen, daß ihr Widerstand mit wachsendem Drucke rasch abnimmt, benutzt wird. Zur Gruppe a) der ersten Kategorie gehören das Hughessche Mikrophon[2]), wohl die einfachste Form, das ursprünglich am meisten verbreitete Blakesche Mikrophon[3]), Aders Sender[4]), der ausgezeichnete Berlinersche Sender[5]) und das Lüdtgesche Mikrophon[6]). Der Gruppe b) der ersten Kategorie gehören der Hunningsche Sender, bei welchem körnige Kohle zwischen der aus Platinblech bestehenden Membran und einer 1,5 bis 3 mm davon entfernten Platte aus Metall bezw. Kohle liegt, und das bekannte Mix & Genestsche Mikrophon an.

Der zweiten Gruppe gehören der 1878 von Righi[7]) angegebene Sender und das Edisonsche Mikrophon an. Righi benutzte sehr feines Pulver aus Silber, Kupfer, Eisen, Kohle, Graphit oder „noch besser eine Mischung letztgenannter Substanzen mit Silber“ und erhielt auch bei relativ langen Leitungen sehr zufriedenstellende Resultate, indem beispielsweise am 7. August genannten Jahres bei einem Versuch auf der Linie zwischen Bologna und Ferrara (47 km) ein zahlreiches Audi-

[1]) Zu unterscheiden zwischen a) gewöhnlichen Kontaktmikrophonen und b) Körnermikrophonen.

[2]) Zwei Kontaktpunkte aus sehr poröser Kohle.

[3]) Ein Kontakt aus einem harten Kohlenzylinder, dessen Basis möglichst glatt poliert ist, und einer kleinen Platinkugel.

[4]) Eine größere Zahl von Kohlenstäbchen, welche lose parallel zwischen drei Kohlenleisten liegen.

[5]) Ein leicht bewegliches, an der Berührungsstelle abgerundetes Stäbchen aus Hartkohle, welches, an einem Metallstück hängend, gleichmäßig auf die im Mittelpunkt der einen Schallmembran befestigte harte Kohlenplatte drückt.

[6]) siehe Dingl. Polyt. Journ. Bd. 232 p. 231—235, „Das Telephon, das Mikrophon u. d. Phonograph,“ Verlag von Quandt und Händel, Leipzig 1883, S. 63—65, „Telephon, Mikrophon und Radiophon“ von Th. Schwartze, 1883, Bd. 6 der el. Bibl. S. 152—153.

[7]) C. R. 87 p. 328—329, Ann. de Chim. et de Phys. (5) vol. 15 p. 274—280, Zs. f. angewandte Elektr. Bd. 1 p. 30—34, Righi u. Dessau, Die Telegraphie ohne Draht, 1903 p. 443, L'Ellettricista 15. Okt. 1878, Nuovo Cimento (3) vol. 4 p. 233, Du Moncel, Le Téléphone 1882 p. 138—140.

torium an jeder Endstation an allen Stellen eines großen Saales gleichzeitig deutlich die Töne vernahm, die an der andern Station produziert wurden. Edison bildete Pastillen aus dem bei unvollständiger Verbrennung des Terpentins entstehenden Ruß, legte die etwa 18 mm im Durchmesser betragende und 2 mm dicke Pastille zwischen zwei gleich große Scheiben aus harter Kohle und ließ die Schallschwingungen durch einen auf der Sprechmembran sitzenden metallischen Ring und die oberste Kohlenscheibe auf das Kohlenpulver fortpflanzen, so daß sich der elektrische Widerstand desselben entsprechend den Schallschwingungen änderte. Ch. R. Croß und J. Page haben um die Mitte der achtziger Jahre[1]) die Stärke der in dem sekundären Draht erzeugten Ströme bei Verwendung eines Edisonschen Mikrophons im Primärkreis mit den entsprechenden Sekundärströmen bei Verwendung eines Mikrophons von Blake, eines solchen von Fitch und eines Hunningschen Mikrophons im Primärkreis verglichen, indem die Mikrophonmembran durch die in der Konversation am häufigsten gebrauchten Töne und durch eine Orgelpfeife von 514 Schwingungen pro Sekunde in Tätigkeit gesetzt wurde. Die Stromstärke wurde, sobald die Tonhöhe und die Intensität des Stromes konstant geworden war, mittels eines Unifilar-Elektrodynamometers von F. Kohrausch gemessen. Die mittleren Werte für die drei bekannteren Geber in Ampère sind in folgender Tabelle dargestellt.

Mikrophon	a	o	u	i	Orgelpfeife
Edison	0,000 088	0,000 123	0,000 144	0,000 072	0,000 072
Blake	0,000 123	0,000 144	0,000 144	—	0,000 132
Hunnings	0,000 737	0,000 787	0,000 503	0,000 213	0,000 556.

Wenn man nun bedenkt, wie außerordentlich abhängig sich nach Auerbachs Messungen über die Leitung von Pulvern[2]) die elektrische Leitfähigkeit des Silberpulvers von seiner Dichte erwiesen hat, indem beispielsweise einer relativen Dichte von 0,070 ein relativer Leitungswiderstand von 72 700 000 000, einer relativen Dichte von 0,204 ein relativer Widerstand von 14 840 und einer relativen Dichte von 0,479 ein relativer Widerstand von 468 entsprach, so erstaunt man wohl zuerst über die relativ schwachen Resultate des Edisonschen Mikrophons. Man ersieht aber schon aus diesen Zahlen, daß die Empfindlichkeit gegen Druckänderung sich umsomehr verringert, je größer der Anfangsdruck bezw. je geringer die Anfangsdichte ist. Ja, von einer gewissen Dichte an nähert sich der Widerstand demjenigen des festen Körpers. So findet man den Schlüssel zur Lösung des rätselhaften Verhaltens vom Edisonschen Mikrophon in dem Umstande, daß die Pastillen schon im normalen Zustande

[1]) Proc. Am. Ac. 21, 1885, p. 248 u. f., Eng. 41 p. 17, Dingl. Pol. J. 259 S. 520, Lum. Él. 23 p. 533—534, Telegraph. Journ. 1885 Bd. 17 p. 413.

[2]) Wied. Ann. 28 (1886), S. 604—613.

stark gepreßt sind. Genauere Versuche mit diesen Rußpastillen bei bestimmten darauf ausgeübten Drucken stellte Mendelhall[1]) an. Er fand dabei, daß eine Druckänderung von 5 cm Hg. den Widerstand von 6 Ω auf 3 Ω herabminderte. Diese Widerstandsänderung ist allerdings ganz bedeutend geringer als die von Auerbach[2]) für Silberpulver gefundene, aber dieselbe ist doch nicht ganz unerheblich. Sicherlich war bei den Mendelhallschen Versuchen, die übrigens schon mehrere Jahre vor den eben genannten Veröffentlichungen begonnen wurden[3]), auch eine Veränderung der Berührungsfläche der Pastille mit den Stromzuführungen im Spiel. Mendelhall[4]) scheint zuerst feste Kontaktstücke als Stromzuführungen benutzt zu haben, vermittelte allerdings später[5]), wie es nach Thompsons Angaben Barrett getan hat, die Zuleitung zur Pastille durch Quecksilber. — Aus allem geht nun jedenfalls genügend hervor, daß offenbar bei der Betätigung des Edisonschen Mikrophons die Änderung der Berührungsfläche zwischen Pastille und Elektroden eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielt. Andererseits erscheint uns aber doch, entgegen der Meinung von Silv. Thompson[6]), und im Anschluß an die Auffassung von Wietlisbach gerade bei diesen Pastillen eine mit Druckänderungen Hand in Hand gehende Widerstandsänderung der Pastillenmasse durchaus nicht ausgeschlossen.

Dabei würde es allerdings noch in Frage stehen, ob es sich um eine Lagenänderung der Rußteilchen, aus denen die Pastillen gepreßt wurden, oder um eine Änderung des spezifischen Widerstandes der Masse handelt. Unseres Erachtens würde jedenfalls der erstere Punkt bei der Beurteilung der Endwirkung eines Druckes besonders ins Gewicht fallen. Die Änderung des spezifischen Widerstandes der Kohle unter Druckwirkungen ist früher vielfach behauptet worden, wenn auch W. Siemens bereits 1880 in einer Arbeit über die Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit der Kohle von der Temperatur[7]) an der Hand seiner Versuche gezeigt hatte, daß sich die spezifische Leitfähigkeit der Kohle selbst bei starkem Druck nicht ändert. Auch Silvanus Thompson[8]) behauptet, daß bei seinen Versuchen mit Kohle, wenn er nur sichere, angelötete Zuleitungen benutzte, Druckwirkungen auch nicht die geringste Änderung des elektrischen Widerstandes hervorbrachten. Diesen Ansichten

[1]) Sill. J. (3) 32 p. 218—23, Engin. 42 p. 533, Lum. él. 24 p. 595—596, Cim. (3) 23 p. 169, J. de Phys. (2) 6 p. 249.

[2]) Wied. Ann. 28, 1886 S. 607.

[3]) Sill. J. (3) 24 p. 43—46, J. de Phys. (2) 2, 144—145.

[4]) Phil. Mag. 22 p. 358.

[5]) Lum. él. 24 p. 596.

[6]) Sill. J. (3) 24 p. 433—434, F. d. Phys. 38II, S. 555—557.

[7]) siehe Wied. Ann. Bd. 10 S. 560—574.

[8]) Phil. Mag. Sér. 5 Bd. 13 p. 262—265.

stehen allerdings die einen durchaus zuverlässigen Eindruck machenden Beobachtungen Tomlinsons in der Nature vol. 25 entgegen, aus denen doch eine, wenn auch[1]) nur äußerst geringe Abhängigkeit des spezifischen Widerstandes der Kohle vom Druck hervorgeht. Allerdings bedarf es sehr empfindlicher Methoden, um diese Abhängigkeit festzustellen. Einige Jahre später[2]) gibt er an, daß bei harten Kohlenstäben ein Druck von 1 g auf 1 qcm eine Abnahme des Widerstandes um 0,00000064 % bewirkt und daß bei einer Belastung von 500 Pfund auf einen Quadratzoll, welche zum Zerdrücken erforderlich wäre, der elektrische Widerstand unter der Annahme, daß die Widerstandsabnahme der Druckzunahme proportional verläuft, um weniger als 1/4 % abnehmen würde. Summa summarum läßt sich behaupten, daß die durch den Druck bedingte spezifische Widerstandsänderung, wenn sie auch für verschiedene Kohlen etwas verschieden ausfallen mag, von keinem Belang für die Wirkungsweise des Mikrophons ist, wie es in dem großen Telephonprozeß in England und Amerika[3]) von Sir William Thomson, King u. a. behauptet wurde, welche annahmen, daß die Kohlenstäbe in ihrer ganzen Ausdehnung durch die Schallwellen zusammengepreßt würden und nun wegen der großen Empfindlichkeit der Kohle gegen Druck die Leitfähigkeit des Systems entsprechend den Schallschwingungen verändert würde. Daß die Kontaktstelle die eigentliche Rolle bei diesen Vorgängen spielt, unterliegt heute keinem Zweifel mehr. Schwieriger ist es, genau die Vorgänge an der Kontaktstelle anzugeben, da dieselben allem Anschein nach recht verwickelter Art sind. Hier seien nun nur kurz die Hauptgesichtspunkte erwähnt, welche für das Verständnis der Wirkungsweise des Mikrophons in Betracht kommen. Fest steht erstmal, daß die den Schallschwingungen entsprechenden Druckschwankungen im Mikrophonkontakt entsprechende Widerstandsschwankungen hervorrufen. Nun kann man einmal versuchen, die Beziehungen zwischen Druck und Widerstand festzustellen, oder aber diejenigen zwischen der an die Kontakte angelegten elektromotorischen Kraft und dem elektrischen Widerstand der Kontaktstelle, oder aber man kann beispielsweise den Einfluß untersuchen, welchen verschiedenes Leitermaterial und verschiedene Form, Größe oder Anzahl der Kontaktstücke auf die Stärke bezw. Güte der Lautübertragung ausüben; man kann weiter untersuchen, wie sich der Kontakt in verschiedenen Medien — Luft unter normalem Druck, verdünnter Luft, trockener oder feuchter Luft, Wasser — verhält usw. Man wird dadurch jedenfalls gute Anhaltspunkte für die Praxis gewinnen können. Eine andere Aufgabe besteht darin, das Zusammen-

---

1) Nature 25 p. 459—460.

2) Phil. Mag. vol. 22 (1886) p. 442—450.

3) siehe E. T. Z. 1883 S. 386—387.

wirken der verschiedensten Faktoren bei der Wirkungsweise dieser Art von Apparaten, d. h. den inneren Mechanismus, gebührend zu überblicken, um eine jedenfalls annähernd richtige Mikrophontheorie aufstellen zu können. Aber davon sind wir noch weit entfernt, da offenbar die Einzelbeziehungen noch lange nicht genügend untersucht sind, so seltsam das auch vielleicht klingen mag.

So viel allerdings hat sich mehr und mehr herausgestellt, daß man im Hinblick auf die Sicherheit des Betriebes und auf die Verwendung nicht zu geringer Stromstärken auf eine möglichst große Zahl von Kontaktpunkten abzielen muß. Bei der Vermehrung der Kontakte bei den Kohlenwalzen- und ähnlichen mehrkontaktigen Mikrophonen wird aber der Vorteil mehr oder weniger illusorisch gemacht durch die Vergrößerung der vibrierenden Massen. Deshalb ist man mehr und mehr dazu übergegangen, sehr kleine Kontaktkörper anzuwenden, so daß man bei relativ kleiner zu bewegender Masse relativ viele Kontaktpunkte hat. So stellt unsere Reichspostverwaltung mehr und mehr Kohlenkörnermikrophone in Betrieb; Pulvermikrophone allerdings, welche gewissermaßen eine Fortsetzung des eben besprochenen Prinzips bis zur letzten Konsequenz bedeuten, finden, soweit wir wissen, bei uns keine Verwendung. Handelt es sich um eine sehr laute Wiedergabe der Sprache, so kommt man mit den gewöhnlich benutzten Stromstärken (0,1—0,2 Ampère) nicht aus, sondern muß ganz erheblich weiter gehen, da die gewöhnlichen, relativ schwachen Ströme nicht kräftig genug sind, um den Empfangsapparat genügend zu betätigen. So handelte es sich beispielsweise bei Germain[1]) darum, seinen Empfangsapparat durch so kräftige Ströme zu betätigen, daß dasselbe Verwendung finden konnte für ein großes Auditorium im Freien, beispielsweise für einen Konzertgarten. Sein Gebeapparat besteht daher aus mehreren (etwa 4) nebeneinander angeordneten Mikrophonen. Jedes ist mit einer besonderen Schallplatte versehen, von denen jede durch einen schrägen Kanal mit einer entsprechenden Öffnung des Mundstücks verbunden ist. Der starke Gesamtstrom, den Germain nun benutzen kann, ist, da er sich verteilt, in jedem einzelnen Mikrophon relativ gering und bietet nicht die Gefahr, durch Verbrennung der Kohle allmählich die Kontakte zu verderben. Die Leistungen dieser Apparate sind ganz überraschend gewesen, und es mag noch erwähnt sein, daß die Schwingungen des Empfangstelephons auch hingereicht haben sollen, um auf der Phonographenwalze kräftige Eindrücke zu hinterlassen. Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß außer der Lautstärke auch die Reinheit in der Wiedergabe der gesprochenen Worte sehr gerühmt worden ist. Auffälliger-

[1]) s. La Nature 1899, Prometheus vol. 10 p. 568—570, F. d. Phys. 55 I p. 683—684.

weise hat man neuerdings nicht mehr viel von der Germainschen Erfindung gehört.

Über alle Zweifel erhaben ist bekanntlich die Tatsache, daß ein auf die Mikrophonkontakte ausgeübter Druck eine Verminderung des Übergangswiderstandes hervorruft. Dies haben außer andern Beobachtungen die von Bidwell[1]) wesentlich an Kohlen- und an Wismutkontakten angestellten Messungen zur Genüge dargetan. P. L. Rijke[2]) fand bei Belastung eines Mikrophonkontaktes mit verschiedenen zwischen 0,25 und 10 Gramm liegenden Gewichten folgende Beziehung zwischen dem Druck (d) und dem Übergangswiderstand (w): $w = 1{,}98 + 6{,}91 \cdot d^{-1}$.

Von größter Wichtigkeit im Hinblick auf die Anpassung mikrophonischer Apparate an verschiedene Zwecke ist das von Bidwell sowohl für Kohlen- als auch für Metallkontakte aufgestellte Gesetz, daß Druckänderungen verhältnismäßig große Widerstandsänderungen bedingen bei relativ schwachem Anfangsdruck und bei relativ schwachen die Kontakte durchfließenden Strömen. Dem entspricht offenbar die von uns zur Genüge konstatierte Tatsache, daß man beim Experimentieren mit losen Kontakten Erschütterungsstörungen besonders stark ausgesetzt ist, wenn man mit schwachen Strömen und mit geringem Anfangsdruck arbeitet. Bidwell untersuchte auch genauer den Einfluß der Stromstärke auf den elektrischen Widerstand der Kontakte, wobei er zu dem Resultat gelangte, daß in beiden Fällen — bis auf eine hier nicht weiter zu diskutierende Ausnahme, wo ein relativ starker Strom bei gewissem, von der Stromstärke abhängigem Druck eine plötzliche, unendliche Widerstandszunahme bedingt — eine Stromvermehrung eine Widerstandsabnahme herbeiführt. Zu dem nämlichen Resultat gelangten auch wir neuerdings bei Untersuchungen über Kohlenkontakte, die auch zum Teil mit weit schwächeren Strömen ausgeführt wurden, und die nämliche Beziehung hat 1889 B. Nebel[3]) nicht nur für Gleichstrom, sondern auch für Wechselstrom festgestellt, indem er die scheinbar jeder Begründung entbehrende Ansicht Moussons[4]), daß einer Stromzunahme eine Widerstandsvermehrung entspreche, ad absurdum führte. Er versuchte hier auch[5]) nachzuweisen, daß im Mikrophonkontakt eine elektromotorische Gegenkraft wirksam ist, so daß man annehmen müßte, daß die Widerstandsänderung bei Stromdurchgang jedenfalls zum Teil nur scheinbar ist. Einige

---

[1]) Proc. of the Roy. Soc. of Lond. vol. 35 (1883) p. 1—18, The Electrician vol. 10 p. 296, Nature vol. 27 p. 376—377, Naturf. 1883 p. 270—271, The Electric. vol. 10 p. 547—550 u. 572—574.

[2]) Arch. Néerl. vol. 14 p. 76—96, Beibl. d. Phys. vol. 3 p. 716—717.

[3]) Zentralbl. f. Elektrot. vol. 12 p. 254—257.

[4]) Mousson, Die Physik auf Grundlage der Erfahrung, 3. Aufl. Bd. 3 p. 788.

[5]) s. auch Heaviside, The Electrican vol. 10 p. 293—296, F. d. Phys. 39 I-II p. 660.

scheinbare Ausnahmen in bezug auf die Widerstandsveränderung bei Stromdurchgang fand Nebel beim Hughesschen Mikrophon, die er wohl mit Recht auf die bei diesem Apparat relativ leicht eintretende Verlagerung der Kohlenstäbchen schiebt, ergaben doch auch die Einzelwerte bei diesem Apparat so starke Differenzen gegeneinander wie bei keinem der anderen von ihm verwandten Mikrophone. Ähnliches mag auch Mousson erlebt und zu rasch verallgemeinert haben. Bemerkt sei hier übrigens noch, daß auch Boekmann[1]) bei seinen Untersuchungen über den elektrischen Widerstand des Mikrophonkontaktes während der Bewegung eine Abnahme des Widerstandes mit wachsender Stromstärke fand. Da nun Untersuchungen bei konstant gehaltenem Strom und variablem Druck eine Widerstandsabnahme bei wachsendem Druck ergeben haben, und da ebenfalls eine Widerstandsabnahme eintritt bei konstantem Druck und wachsender Stromstärke, so kann man sich vorstellen, daß bei der Verwendung des Mikrophons in der Praxis ein auf die Kontaktstelle ausgeübter Druck eine Widerstandsabnahme hervorruft und daß das dadurch bedingte Anwachsen des Stromes eine weitere Widerstandsabnahme bedingt. Zu einem guten Funktionieren bedürfen nun die verschiedenen Zwecken dienenden Mikrophone eines verschiedenen Anfangsdrucks bezw. einer verschiedenen angelegten elektromotorischen Kraft. Blyth[2]) hat gezeigt, wie sehr der Druck den verschiedenen Anwendungen angepaßt sein müsse, indem er z. B. darauf hinwies, daß der großen Empfindlichkeit entsprechend, welche nötig ist, um das Laufen eines winzigen Insekts zu hören, nur ein sehr gelinder Anfangsdruck auf die Kontakte ausgeübt werden dürfe, während für die Übertragungen der menschlichen Stimme total verschiedene Bedingungen erfüllt werden müßten.

Messungen über die Beziehungen zwischen der Stärke des sekundären Stromes, welcher das zugehörige Telephon durchfließt, wenn das Mikrophon durch eine mit konstantem Anblasedruck zum Tönen gebrachte Orgelpfeife betätigt wird, und dem Druck, mit welchem der Kohlekontakt eines Blakeschen Mikrophons zusammengehalten wird, wurden von G. W. Patterson und H. J. Tucker[3]) angestellt. Ein sehr empfindliches Elektrodynamometer diente zum Messen der Stromintensität. Es stellte sich bei diesen Untersuchungen heraus, daß die Stärke der Induktionsströme zunächst bei steigendem Druck rasch bis zu einem Maximum anwächst, um alsdann bei weiterer Druckzunahme langsam abzunehmen. Das Optimum der Lautübertragung lag in der Nähe des Maximums, und zwar im steigenden Ast.

---

[1]) Wied. Ann. Bd. 23 p. 651—665.

[2]) Nature vol. 18 p. 172—173, Beibl. d. Phys. vol. 2 p. 520—521.

[3]) Proc. Amer. Acad. 15 p. 228—236, Rundsch. 4 (1889) p. 101, Lum. él. vol. 28 p. 332—333.

Ähnliche Versuche wurden auch von Ch. R. Cross und Annie W. Sabine[1]) mit Mikrophonkontakten aus Kohle, Platin, Eisen und Kupfer angestellt, wobei sich für die verschiedenen Substanzen bei zunehmendem Druck ein ähnlicher Verlauf der Stromkurve im sekundären Kreise herausstellte, indem dieselbe zuerst rasch stieg, um darauf rasch zu fallen. Bei diesen Versuchen diente eine Orgelpfeife als Tonquelle, und die Druckänderung geschah durch Belastung des einen Mikrophonkontaktes. Eine Zusammenstellung der von den vorhergenannten Autoren gewonnenen Resultate hat H. Wuilleumier in Lum. él. vol. 32 p. 272—275 gegeben.

Bei allen diesen Versuchen wurden Elektrodynamometer verwandt, welche wegen der sehr schwachen in Betracht kommenden Ströme recht empfindlich sein müssen und infolgedessen teuer sind. Für den praktischen Telephonbetrieb kommt es aber darauf an, ein möglichst einfaches, bequemes Vergleichsinstrument zu besitzen, zu möglichst rascher Beurteilung der Güte verschiedener Mikrophontypen bezw. verschiedener Induktionsspulen bei Verwendung des nämlichen Mikrophons. Einen solchen Apparat gab Hayes[2]) an, und zwar untersuchte er die Mikrophone bezw. Induktionsrollen dadurch, daß er den sekundären Strom durch eine feste Spule gehen ließ, welche in einer dritten, beweglichen und durch ein Telephon geschlossenen Spule einen Strom induzierte. Bei einem gewissen Abstand der beweglichen von der festen Spule, der aber natürlich für verschiedene Beobachter je nach der Güte ihres Gehörs verschieden sein kann, verschwindet der Ton im Telephon. Für einen und denselben Beobachter bleiben aber andererseits die einzelnen von ihm angestellten Messungen untereinander vergleichbar, und so geben ihm die Entfernungen, bis zu welchen die bewegliche Spule gerückt werden muß, um das Telephon zum Schweigen zu bringen, ein Maß für die Güte der Apparate bezw. der Schaltungsweise. Roux[3]) verbesserte die von Hayes vorgeschlagene Methode, indem er als Maß nicht die Stellung des zum Schweigen gebrachten Telephons, sondern den Ausschlag eines Galvanometers benutzte. Damit aber das Galvanometer durch die wechselnden Induktionsströme (die Summe der Ströme ist für jede Periode = 0) zum Ausschlag gebracht werden kann, muß der das Galvanometer durchfließende Strom für einen bestimmten Bruchteil jeder Periode unterdrückt werden. Dies führt Roux an der angegebenen Stelle weiter aus.[4])

[1]) Proc. Amer. Ac. vol. 22 (1889) p. 90—93, 94—104, Beibl. d. Phys. 13 p. 737—738.

[2]) Zentralbl. f. Elektrot. 10 p. 651—652, Lum. él. vol. 28 (1888) p. 394—395.

[3]) Zentralbl. f. Elektrot. 11 (1889) p. 433—436.

[4]) s. auch Zentralbl. f. Elektrot. 10 p. 612, Lewandowski, Die einfachste Methode zur Erzielung gleichgerichteter, galvanometrisch meßbarer Induktionsströme.

Preece[1]) stellte Versuche über die Lautstärke einiger Mikrophone an, indem er bei einer künstlichen Leitung mit induktionslosen Widerstandsspulen und Kondensatoren bestimmte, wie groß das Produkt aus Kapazität und Widerstand sein muß, damit eine deutliche Sprachübertragung gerade aufhört. Des weiteren können wir uns hier nicht über diesen Gegenstand verbreiten, doch sei noch hingewiesen auf die Messungen von J. Cauro[2]), welcher mit teilweise neuen Apparaten (Oszillograph, Mikrophonrelais usw.) die verschiedensten Faktoren untersuchte, die bei der Tonübertragung durch das Mikrophon in Frage kommen und die sich zum großen Teil auf den Einfluß beziehen, welchen Stärke und Höhe der Töne auf das Mikrophon ausüben. Erwähnt sei auch noch eine neuerdings von E. Wiersch veröffentlichte Arbeit über die Deutlichkeit akustischer Reproduktionen unter dem Einfluß der Eigentöne sowie über Membranen zur möglichst deutlichen Wiedergabe der Sprache.[3]) An dieser Stelle sei schließlich auf das bereits erwähnte Einthovensche Saitengalvanometer[4]) hingewiesen, welches voraussichtlich noch große Dienste bei der Vergleichung verschiedener Mikrophone leisten und sich überhaupt mehr und mehr als ein sehr wertvolles Hilfsmittel für elektroakustische Untersuchungen herausstellen dürfte.

Zur Prüfung der richtigen Empfindlichkeit des Mikrophonkontaktes schlug Hughes das Galvanometer vor. Die Schwankungen der Sprache wird das Galvanometer selbstverständlich nicht anzeigen. Ist aber der Druck zu gering, so werden leicht Unterbrechungen des Kontaktes durch die Schallschwingungen eintreten, so daß also die Galvanometernadel ausschlägt. Steigert man nun den Druck etwas, so werden durch das Galvanometer noch immer Stromunterbrechungen angezeigt. Im Telephon wird man relativ laute Töne vernehmen, aber die Deutlichkeit der Übertragung wird zu wünschen übrig lassen. Bei weiterer Drucksteigerung nimmt nach Hughes die Deutlichkeit nach und nach zu bis zu einem Punkt, wo bei möglichst großer Deutlichkeit und zugleich Intensität die Galvanometernadel stationär ist. Verstärkt man den Druck noch weiter, so sollen die Töne allerdings noch deutlich sein, aber schwächer und schwächer werden, bis bei einem gewissen Drucke das Mikrophon ganz unempfindlich ist. Man soll dieses Experiment bequem mit jedem einfachsten Mikrophon und einer Taschenuhr vornehmen können. Es ist ja selbstverständlich, daß direkte Strom-

[1]) s. E. T. Z. 13 p. 234, Handbuch „Das Telephon" und E. T. Z. 15 p. 292.

[2]) Éclair. électr. 19 p. 295—302, 333—337 u. 410—416, Journ. de phys. (3) vol. 8 p. 413—416, Séances soc. franç. de phys. 1899 p. 55—56 u. 112—115, F. d. Phys. 55 I p. 685, Wied. Beibl. 23 p. 599.

[3]) Drud. Ann. Bd. 17 p. 999—1004.

[4]) s. Phys. Zts. 1906 p. 115—122 u. Drud. Ann. 12 p. 1059—1071, 1903.

unterbrechungen der Übertragung der feinsten Sprachmodulationen im Wege stehen werden, und gerade diesem Umstande wird auch die schlechte Sprachübertragungsfähigkeit des Reisschen Transmitters zugeschrieben.[1])

Über die Leistungen dieses Transmitters erfahren wir näheres aus der E. T. Z. 2 (1881) p. 480—481, wo die wichtigsten Entwicklungsstufen des Fernsprechwesens beleuchtet sind, aus dem Januarheft des 123. Bandes des Journal of the Franklin Institute (1887) bezw. einem Auszug aus diesem Artikel im 8. Band der E. T. Z. p. 138—140, worin die diesbezüglichen Ansichten Houstons und Paddocks besprochen werden, aus der E. T. Z. vol. 9 p. 256—258, wo Grawinkel die Beurteilung des Reisschen Telephons in der Entscheidung über die Belltelephonprozesse kritisch beleuchtet, aus der Deutschen Verkehrszeitung von 1897 und aus der E.T.Z. vol. 18 (1897) p. 515—516, wo ein Herr Sabarly, ein Schüler von Reis, eine kurze Darstellung der telephonischen Versuche seines Lehrers gibt. Daß Ph. Reis bemüht war, nicht nur Musik, sondern auch die Sprache zu übertragen, kann als absolut feststehend gelten. Auf diesem Standpunkt steht auch Silvanus Thompson, der in einer besonderen Schrift[2]) seine Verdienste gewürdigt hat, und u. a. auch Preece[3]). Andererseits aber scheint es allerdings, daß es ihm, so klar und zielbewußt er auch über die Vorgänge beim Sprechen nachdachte, doch kaum genügend vor Augen stand, daß vor allem für die Sprachübertragung ein Öffnen und Schließen des Stromes nicht genügte, sondern daß es auf das richtige Variieren in der Stromstärke ankommt, daß also mit andern Worten nicht intermittierende, sondern undulierende Ströme nötig sind. Die zweite Form seines Transmitters gab in der Tat[4]) wesentlich bessere Resultate als die erste, weil hier der Platinkontakt nicht von vornherein von der Membran abstand, sondern auf derselben ruhte, und weil es möglich war, die die Metallscheibe tragende Membran nach Belieben stärker oder schwächer zu spannen, so daß also die Möglichkeit der „Änderungen der Stromstärke innerhalb bestimmter Grenzen und in bestimmter Form", d. h. undulierender Ströme, bedeutend größer war als bei der ersten Form. Daß eine Übertragung

[1]) s. über das Telephon von Ph. Reis: The Electrician X p. 467, 468—469, 493—494 u. 566—567, Jahresber. des Physikal. Ver. zu Frankfurt a. M. 1860/61 p. 57—64, F. d. Phys. 17 p. 171—173, Dingl. Journ. vol. 169 p. 378, Bertin, Sur les Téléphones, Annales de Chim. et de Phys. (5) vol. 13 p. 59—67 (1878), Schenk, Ph. Reis, der Erfinder des Telephons, Frankfurt a. M. 1878 p. 1—16, El. Rundsch. vol. 1 (1883/84) p. 52—57, Jahresber. des Physik. Ver. zu Frankfurt a. M. 1894/95 p. 78—84, 85—86 u. 87—90, Jahresber. des Physik. Ver. zu Frankfurt a. M. 1897/98 (Sonderabdruck „Das Telephon, eine deutsche Erfindung").

[2]) Philipp Reis, Inventor of the telephone, 1883.

[3]) s. sein Lehrbuch der Telephonie.

[4]) s. El. Rundsch. vol. 3 (1886) p. 126—129.

der Sprache in gewissem Grade möglich war, ist (s. die angeführten Arbeiten) nach S. Thompson unter andern von Quincke konstatiert worden, ebenso auch von Hughes[1]), und auch Wietlisbach hat sich dahin geäußert, daß das Reissche Telephon sich unter günstigen Bedingungen mehr oder weniger einem Mikrophon nähern kann, woraus er die zahlreichen Gegensätze in der Beurteilung dieses Gegenstandes erklärt. Mit bescheidenen Resultaten hatte es allerdings sein Bewenden, es wurden aber doch Worte übertragen. Erinnert sei hier daran, daß 1854 in den Applications de l'Électricité von Du Moncel über Ideen berichtet wurde, welche Charles Bourseuil über eine elektrische Übertragung der Sprache hatte, indem eine durch die Sprache in Schwingung versetzte Membran abwechselnd einen elektrischen Strom öffnen und schließen sollte. Weit über diese Idee scheint Bourseuil indes nicht hinausgekommen zu sein, während hingegen Reis unermüdlich und zielbewußt fortarbeitete und immer und immer wieder seine Apparate verbesserte, trotzdem er in den dürftigsten Verhältnissen lebte. Übrigens hat man bei späterer Gelegenheit bedeutend besser ausfallende Versuche mit dem Reisschen Telephon angestellt, indem man durch Anbringung eines Nebenschlusses Stromunterbrechungen vermied.[2]) Es sei hierbei gleich erwähnt, daß viel später Cuttriss Stromunterbrechungen, welche zur Funkenbildung und zu störenden Geräuschen im Telephon Veranlassung geben, dadurch vermied,[3]) daß er in seinem Kohlenmikrophon ohne Kontaktflächen spiralförmig gewundene Kohlenstäbchen benutzte, deren Enden in fester Verbindung mit dem sonstigen Stromkreis standen und deren einzelne Windungen derart in loser Berührung miteinander standen, daß der Widerstand der Spirale durch Ausziehen bezw. festes Zusammendrücken zwischen 5 und mehr als 500 Ω variiert werden konnte und daß neuerdings[4]) zur Erreichung einer dauernd zuverlässigen Wirkungsweise des Mikrophons mit überraschend günstigem Erfolg ein Nebenschluß verwandt worden ist. Bell kommt das große Verdienst zu, klar die Notwendigkeit von Stromundulationen ohne Unterbrechungen für die Übertragung der Sprache erkannt zu haben, und diese Anschmiegung an die Sprachmodulationen erreichte er bekanntlich durch sein 1876 patentiertes Telephon, in welchem durch die Schallschwingungen der Eisenmembran in einer Spule Induktionsströme erzeugt wurden, welche, in die Rolle eines gleichartigen Apparates geleitet, den Magnetismus eines Stahlstabes

---

[1]) Zts. f physik. u. chem. Unterr. vol. 8 (1894/95) p. 321—322.

[2]) s. E. T. Z. 11 p. 49; s. auch Dolbears ausgezeichnete Resultate mit einem etwas veränderten Reisschen Transmitter, Zentralbl. f. Elektrot. Bd. 7 p. 248—252.

[3]) F. d. Phys. 48 I (1892) Electr. Engin. 12 p. 646, Dingl. Polyt. Journ. 284 (1892) p. 47—48.

[4]) Stosberg, E. T. Z. 25 p. 91.

entsprechend änderten und eine davor liegende Eisenmembran in entsprechende Schwingungen versetzten.[1]) Edison suchte den nämlichen Zweck zu erreichen durch tropfenweise Einführung von Wasser zwischen die Platinspitze und das Diaphragma des Reisschen Transmitters. Es gelang ihm auch, artikulierte Laute zu übertragen, aber die Resultate befriedigten ihn nicht. Übrigens soll bereits im Jahre 1865[2]) ein Instrumentenmacher namens Yeates ein Reissches Telephon älterer Konstruktion zur Umwandlung des intermittierenden in undulierenden Strom dadurch modifiziert haben, daß er zwischen den Kontaktstift und das auf der Membran liegende Metallplättchen einen Tropfen schwach angesäuerten Wassers brachte, und es soll ihm die Übertragung mehrerer Worte vor der Dubliner Philosophischen Gesellschaft ziemlich gut gelungen sein. Das nämliche Prinzip wandte E. Gray bei seinem[3]) Batteriefernsprecher an. Recht gute Resultate erreichte Edison mit seinem Kohlentelephon[4]), bei dem die schwingende Platte gegen eine Kohlenscheibe anlag. Edison schrieb den Effekt dem veränderlichen, auf die Kohlenmasse ausgeübten Druck zu, wogegen Hughes zeigte, daß sich die wesentlich in Betracht kommenden Veränderungen an der Kontaktstelle abspielen. Später haben manche Erfinder versucht, zu zeigen, daß eine einfache Stromunterbrechung zur Übertragung der Sprache genüge. Es sei beispielsweise an das Bontamikrophon[5]) erinnert, bei dem eine in einer Rinne laufende Kohlenkugel nach Angabe des Erfinders beim Sprechen in dauerndes Hin- und Herrollen geraten soll, wodurch gerade eine gute Wiedergabe der Sprache bedingt sein soll. Nach der E. T. Z. muß aber doch der Erfinder bei diesem Arrangement unbefriedigende Resultate gehabt haben, da er nach einem Patent eine schwere Kugel benutzt, welche die Kohlenkugel an den auf der Membran befestigten Kohlenstift andrückt, und in einem andern Patent eine andere Maßregel anbringt, um ein Fortbewegen der erwähnten Kohlenkugel vom Kohlenstift zu verhindern.

Was nun die Verwendung verschiedener Materialien für Mikrophone betrifft, so mögen zunächst Bidwells diesbezügliche Ansichten erwähnt werden.

---

[1]) Nature 17 p. 135, Chem. News vol. 36 und Naturf. 1877 p. 469—470 usw.

[2]) s. das erwähnte Werk über Telephonie usw. von 1883 p. 13—14.

[3]) s. Journ. of the Amer. Electr. Soc. vol. 1 p. 1 u. f., Sillim. J. (3) vol. 11 p. 162.

[4]) s. über seine telephon. Erfindungen Zentralbl. f. Elektrot. 7 (1885) p. 535—540 u. 559—563.

[5]) E. T. Z. 8 (1887) p. 508, Dingl. Journ. vol. 266 p. 245, F. d. Phys. 43 I p. 562.

In seiner ersten Arbeit finden sich nur genauere Angaben über das Verhalten von Kohle- und Wismutkontakten, welch letztere er außer anderen Gründen deswegen gewählt hatte, da Wismut durch seine leichte Schmelzbarkeit der Kohle am besten gegenübergestellt sei. Sehr markant zeigt es sich bei den in den Proc. of the Roy. Soc. vol. 35 von ihm mitgeteilten Zahlen, daß der elektrische Widerstand bei aufgehobenem Druck nicht wieder auf den ursprünglichen Wert zurückkehrt, daß also bei einem derartigen Mikrophon voraussichtlich eine schlechte Anlehnung an die Schallschwingungen stattfinden würde. Bidwell machte nun wohl, wie es ihm vorgeworfen wurde, den Fehler einer zu großen Verallgemeinerung in bezug auf die Anwendbarkeit von Metallkontakten überhaupt, und es entspann sich daraus ein in der „Nature" ausgefochtener Streit. Tatsächlich hatte bereits Hughes[1]) mit Vorteil verschiedene Metalle für mikrophonische Zwecke benutzt. Seine ersten Versuche machte er bekanntlich mit drei lose aufeinander liegenden Eisennägeln, und im Phil. Mag. (5) vol. 6 p. 48 gibt er an, daß er die beste Übertragung der menschlichen Stimme bei Verwendung von Goldelektroden erhalten habe. Nach Hughes eignen sich für Mikrophonzwecke auch sehr gut verschiedene Arten poröser Holzkohle, wenn man dieselben dadurch, daß man sie in weißglühendem Zustande in Quecksilber ablöscht bezw. dieselben in einem Zinn oder Zink oder ein anderes sich leicht verflüchtigendes Metall enthaltenden eisernen Tiegel zum Weißglühen bringt, leitend macht. Fichtenkohle[2]) hielt er für die geeignetste für diesen Zweck. Das Metall muß sich offenbar in äußerst feiner Verteilung in den Poren der Kohle befinden, da man dasselbe durchaus nicht sehen kann und selbst mit dem Mikroskop nicht soll entdecken können. Wir haben mit gutem Erfolg Weidenkohle und Fichtenkohle in der angegebenen Weise mit Quecksilber behandelt. Die nämliche Prozedur wurde ohne Erfolg mit Lindenkohle vorgenommen. In diesem letzteren Fall sah man überall Quecksilberkügelchen in den Poren, offenbar fehlte aber der nötige Grad der Feinheit in der Verteilung, damit Stromleitung eintritt. Unseres Wissens sind bisher noch keine Versuche darüber angestellt worden, ob sich Kontakte aus in eben beschriebener Weise leitend gemachter Holzkohle in ihrer Wirkungsweise mehr den gewöhnlichen Kohle- oder den Metallkontakten nähern, was doch wohl von theoretischem Interesse sein dürfte. Bei dieser Gelegenheit mag

---

[1]) siehe seine diesbezügl. Arb.: Chem. News vol. 37 p. 197, Beibl. d. Phys. 12 p. 363, Naturf. 11 p. 211, Phil. Mag. (5) vol. 6 p. 44—50, Beibl. d. Phys. 2 p. 520, Naturf. 11 p. 317, Chem. News 37 p. 246.

[2]) Phil. Mag. (5) vol. 6 p. 45, Dingl. Polyt. Journ. 231 p. 473, Compt. Rend. 86 (1878) p. 1176—1180.

auch daran erinnert werden, daß[1]) P. Germain vor einigen Jahren für mikrophonische Kontakte eine Mischung von Kohle und Metall vorschlug, wobei entweder das Metall in sehr fein verteiltem Zustand innig mit der Kohle vermischt oder aber im Innern der Kohle von einem reinen Kohlenüberzug bedeckt angeordnet war. Man hat sich jedenfalls zuerst außerordentlich viel von dieser Kombination von magnetisierbarem Eisen und Kohle im Hinblick auf die Verwendung der Kontakte für ein mikrophonisches Relais versprochen. Von Munro[2]), Silvanus Thompson[3]) und Anders[4]) wurden die verschiedensten Metalle für mikrophonische Zwecke untersucht und ergaben zum Teil sehr gute Resultate. So sei u. a. nur erwähnt, daß Verbindungen von Kupfer mit Tellur oder Selen ganz ausgezeichnete und die mit Kohle erhaltenen bei weitem übertreffende Resultate ergeben haben sollen. In Thompsons Ventilmikrophon[5]) beispielsweise wurden mit gutem Erfolge Phosphorbronze, Schwefelbronze, Siliziumbronze und Selenbronze verwandt, und zwar funktionierte Selenbronze besonders gut. Was Munro betrifft, so benutzte er bei seinen Versuchen mit gutem Resultat Eisengaze und Neusilberdraht als Elektroden, indem die Erwärmung der Berührungsstelle gleichzeitig den nötigen elektrischen Strom erzeugte. Auch fein polierte Silberblöcke sollen gute Dienste geleistet haben, wie wir ja auch bereits sahen, daß de Rossi mit gutem Erfolg Silber bei seinen seismologischen Versuchen verwandte. Aus der El. Rundsch. vol. 4 p. 75 erfahren wir auch, daß sich nach von Rabbidge angestellten Versuchen Kupferkies gut für Mikrophone eignet. Schließlich sei noch ein von P. Colberg[6]) konstruiertes Mikrophon genannt, bei dem zwischen den Elektroden eingeschaltetes Quecksilber oder Quecksilberamalgam durch die große Elastizität die Empfindlichkeit des Kontaktes verstärken soll. Das Diaphragma besteht aus einer sehr dünnen Kohlenplatte bezw. aus Silber, Gold oder Platin, und darunter befindet sich ein Kasten, in welchem die Quecksilber- bezw. Quecksilberamalgamschicht in granulierter Kohle eingebettet ist.

Aus einem die Mikrophoneinwirkungen eingehend behandelnden Artikel in Nr. 47 und 48 des Journal of the Society of Telegraph-Engineers and Electricians 1883[7]) erfährt man, daß im allgemeinen die Metallkontakte an sich für mikrophonische Zwecke eine größere Leistungs-

[1]) siehe E. T. Z. 23 (1902) p. 284, D. R. P. Nr. 120696 v. 26. März 1898.

[2]) Engin. vol. 35 p. 252—253, Zs. f. Instr. vol. 3 p. 397, Electrician vol. 10 p. 425—428, siehe auch E. T. Z. vol. 4 p. 309 und Du Moncels Übersicht in Lum. él. vol. 8.

[3]) siehe darüber El. Rundsch. vol. 4 (1887) p. 60—62 und 75—77.

[4]) Dingl. Polyt. Journ. vol. 254 p. 442—443.

[5]) Dingl. Polyt. Journ. vol. 261 p. 465—467.

[6]) s. E. T. Z. 9 (1888) p. 574—575.

[7]) siehe darüber einen Auszug von Borns in E. T. Z. Bd. 5 p. 122—126.

fähigkeit besitzen als Kohlenmikrophone, daß aber andererseits bei den Metallkontakten die schwierige Regelung des passenden Druckes störend ins Gewicht fällt, weil der Abstand, innerhalb dessen die Widerstandsschwankungen vor sich gehen, relativ klein sein soll für gute Leiter; dagegen konstatierte Stroh[1]), welcher in sehr sinnreicher Weise die Bewegungen von zwei Kohlenelektroden gegeneinander durch die Bewegungen eines reflektierten Lichtbildes maß, einen relativ großen gegenseitigen Abstand bei gutem Funktionieren seines Hammer- und Amboßmikrophons. So hat auch Silvanus Thompson, welcher eingehende mikrophonische Untersuchungen anstellte[2]), schon 1883 darauf hingewiesen, daß „die geringe elektrische Leitfähigkeit der Kohle mit den vielgepriesenen guten mikrophonischen Eigenschaften derselben nichts zu tun habe, da doch gerade die am besten leitende Kohle das vollkommenste Mikrophon liefere", und auch Edison hat durch zahlreiche Versuche[3]) gefunden, daß gut leitende Kohlensorten die Sprache besser übertragen als schlecht leitende.

Was nun die dem Mikrophonkontakte benachbarten Medien betrifft, so sei nur auf die Untersuchungen von Hughes[4]), von Blake[5]), von Berliner[6]), von Munro[7]) und von J. Probert und A. W. Soward[8]) hingewiesen. Hughes berichtete in der „Society of Telegraph Engineers" über Versuche, welche er in einem öffentlichen Bade angestellt habe, und bei denen er überrascht worden sei durch die Stärke, mit welcher das unter Wasser getauchte Mikrophon alle möglichen Geräusche (Schließen von Türen, Fußtritte, Stimmengewirr usw.) übertragen habe, woran er noch den Vorschlag knüpfte, Professor Thompson solle sein „108-Mikrophon"[9]) unter Wasser tauchen, statt es durch ein festes Diaphragma zu betätigen. Bekanntlich ist ja das Wasser außerordentlich gut zur Schallübertragung geeignet. Gerade neuerdings sind sehr günstig ausgefallene Versuche gemacht worden mit großen Metallglocken, die an der Schiffswand unter dem Wasserspiegel angebracht waren und

[1]) siehe The Telegr. Journ. and Review vol. 12 Nr. 283 und The Electrician p. 428—429 u. 568—569.

[2]) siehe El. Rdschr. Bd. 4 (1887) p. 60—62 u. 75—77.

[3]) siehe eine ausführliche Übersicht über seine Erfindungen auf telephonischem Gebiet im Zentralbl. f. angew. Elektr. Bd. 7 (1885) p. 535—540 u. 559—563.

[4]) Engin. vol. 43 p. 210.

[5]) E. T. Z. Bd. 9 p. 57.

[6]) Zentralbl. f. Elektrot. 3 (1881) p. 351—353, Electrician XI p. 33, Engin. 35 p. 305.

[7]) Sill. Journ. (3) 26 p. 147, Phil. Mag. (5) 16 p. 23—25, siehe auch Munro u. Warwich, Lum. él. vol. 9 (1883) p. 53—55.

[8]) Soc. of Telegr. Eng. and of Electr. 12. April 1883, Chem. News vol. 47 p. 190, Electrician vol. 10 p. 595—596, s. auch Lum. él. vol. 9 p. 129—130.

[9]) s. Elektrot. Rdsch. vol. 4 p. 60—62.

den durchs Wasser übermittelten Ton eines Läutewerks aufnahmen und mittels telephonischer Übertragung ins Ruderhaus sandten, und man verspricht sich davon viel für die Orientierung bei Nebel. Wir haben selber ein ganz primitives Kohlenmikrophon bis unter die Kontaktstelle in Wasser versenkt und dann das Ticken einer Taschenuhr auf dasselbe wirken lassen. Die Übertragung war zuerst eine ganz erstaunlich gute, jedoch funktionierte der Apparat nach und nach immer schlechter und zuletzt gar nicht mehr. Übrigens ist Blake bei seinen Versuchen, ein geeignetes Mikrophon für die Aufnahme der von großen Glocken ausgehenden Schallwellen bei der Unterseetelephonie zu finden, zu ganz analogen Ergebnissen gekommen, indem er fand, daß die Mikrophone zuerst gute Resultate geben, jedoch binnen kurzer Zeit durch die Wirkung des Wassers völlig unbrauchbar werden. Er schlug darum vor, Steigröhren zu benutzen, durch welche das Wasser in den Schiffskörper eintreten sollte und in welchem die Mikrophone angebracht waren.

Munro zeigte[1]), daß man gut daran tue, gewisse Mikrophone (transmetteurs à grains) in Öl oder Alkohol zu tauchen, wodurch die störenden Geräusche, welche sich bei ähnlichen Apparaten von Hughes zeigten, beseitigt würden, ohne daß man dadurch der Deutlichkeit der Sprachübertragung schadete. Andererseits fand er bei seinen Versuchen mit Metallkontakten[2]), daß wegen der Schwächung, welche Schallschwingungen in zähflüssigen Körpern erleiden, in Glyzerin bezw. Vaselin getauchte Mikrophone eine schlechte Sprachübertragung geben. Erwähnt sei hier, daß Stroh[3]) bei Platinkontakten die von ihm genauer untersuchten Adhäsionserscheinungen[4]) dadurch vermied, daß er einen Öltropfen zwischen die beiden Kontakte brachte.

Berliner stellte mikrophonische Untersuchungen im Vakuum[5]) an — die Größe der Luftverdünnung finden wir im Zentralbl. nicht angegeben — und fand dabei beim Blakemikrophon eine Abnahme des Übergangswiderstandes von 8 Ω auf ca. 7,8 Ω. Es ergab sich aber beim Sprechen mit oder ohne Luftverdünnung kein Unterschied in der Güte der Sprachübertragung, während bei einem Berlinermikrophon aus der Luftverdünnung eine bessere mikrophonische Übertragung resultierte. Eine ganz ausgezeichnete Artikulation fand Munro bei Verwendung von Kontakten aus Eisendrahtgaze bezw. Platin mit Eisenkörnern dazwischen, bei einem Vakuum, welches ungefähr dem millionstel Teil des Atmo-

[1]) siehe du Moncels Bericht Lum. él. vol. 19 p. 54.

[2]) Lum. él. vol. 8 p. 227.

[3]) s. Lum. él. vol. 9 p. 132.

[4]) A. Stroh, Über die Adhäsion der Metalle durch elektr. Ströme, Journ. Telegr. Eng. vol. 9 (1880) p. 182—190, siehe Beibl. 4 p. 678—679.

[5]) Zentralbl. f. Elektrot. 3 (1881) p. 351—353.

sphärendruckes entsprach.[1]) Bei der ersteren Art wurde die Empfindlichkeit des Mikrophons durch einen vor dem beweglichen Kontaktstück angebrachten Magneten erhöht, welcher im Sinne einer Vergrößerung der gegenseitigen Distanz der Kontaktstücke wirkte. J. Probert und A. W. Soward haben den Einfluß von an der Oberfläche der Kontakte kondensierten Gasen auf die Wirkungsweise des Mikrophons mit Hilfe des Audiometers untersucht, wobei sie fanden, daß von feuchter Luft, Kohlensäure, Wasserstoff und trockener Luft erstere durchaus am besten wirkte. Übrigens ist dies Resultat sehr auffällig, wenn man die Tatsache berücksichtigt, daß gewöhnlich Mikrophone besser[2]) in trockener als in feuchter Luft arbeiten und daß es mit großer Schwierigkeit verknüpft sein soll, ein im feuchtwarmen Tropenklima zuverlässig arbeitendes Mikrophon zu konstruieren. Bei einem vor wenigen Jahren[3]) von P. von Kilduchevsky angegebenen Mikrophon waren die Kohlenelektroden von einem in der Mitte der Sprechmembran befestigten Glasrohr umgeben, welches entweder luftleer oder mit indifferentem Gas gefüllt war, um das Verbrennen oder Zusammenbacken infolge des Stromüberganges zu vermeiden. Dadurch sollte die Möglichkeit gegeben werden, stärkeren Primärstrom zu verwenden, um intensivere Telephonströme zu erzielen. Tatsächlich soll sich dieser Apparat bei Verwendung stärkerer Ströme außerordentlich bewährt haben, indem sogar Stromstärken bis zu neun Ampère ohne Nachteil für den Apparat verwandt wurden, wogegen sich derselbe bei Verwendung der üblichen Stromstärken nicht leistungsfähiger als die übrigen Mikrophone zeigte. Die E. T. Z. hebt übrigens hervor, daß Guest-Brooklyn bereits um die Mitte der 80er Jahre ein Mikrophon von gleicher Bauart angab.

Was nun die günstigste Anordnung der Kontakte betrifft, so hat man wiederholentlich versucht, diese Frage mit Hilfe der Theorie zu lösen. Es ist ja offenbar, daß die sich am Mikrophonkontakt abspielenden Vorgänge höchst verwickelter Natur sind, so daß die mathematische Analyse schwierig wird, wenn die in Ansatz zu bringenden Faktoren nicht bekannt genug sind; aber offenbar verhielten sich doch du Moncel und Preece der mathematischen Behandlungsweise gegenüber zu skeptisch. Derartige Untersuchungen wurden von Gaston Belle[4]), von R. Dubois[5]) und A. Dejongh[6]) angestellt, wobei nur erwähnt sei, daß G. Belle von der für die Praxis nicht in Betracht kommenden Voraussetzung ausging,

[1]) s. Sill. J. (3) 26 p. 147, Phil. Mag. Sér. 5 vol. 16 p. 23—25.

[2]) Wietlisbach, Handbuch d. Telephonie (1899) p. 40.

[3]) E. T. Z. 20 (1899) p. 207—208, F. d. Phys. 55 1 p. 686.

[4]) Zentralbl. f. angew. El. Bd. 4 (1882) S. 467—470.

[5]) Lum. él. VIII (1883) p. 215—216.

[6]) Lum. él. VIII p. 435—438.

daß die während des Sprechens vorhandenen Widerstandsschwankungen gegen den übrigen Widerstand verschwinden, was man doch gerade nach Möglichkeit zu vermeiden sucht. Die nämliche Voraussetzung hatte übrigens in bewußter Weise — auf den Verstoß gegen die Praxis in beiden Arbeiten hat Wietlisbach aufmerksam gemacht — H. Aron in seiner „Theorie des Mikrophons“ [1]) gemacht. Eine umfassende allgemeine mathematische Behandlung fand die Theorie des Mikrophons durch Wietlisbach [2]), indem er dieselbe sowohl für den Fall behandelte, daß das Mikrophon mit der Batterie und dem Empfangstelephon in dem nämlichen Stromkreis liegt, als auch für denjenigen, daß Mikrophon und Batterie mit dem dicken Transformatordraht einen Stromkreis bilden, während das Telephon mit den dünnen Windungen des Transformators und der Linienleitung in einem besonderen Stromkreis liegen. Dies ist allgemein üblich, da bekanntlich bei der gegenteiligen Anordnung die Widerstandsschwankungen im Mikrophon einen um so kleineren Bruchteil des Gesamtwiderstandes bilden würden, je länger die Leitung wird. Der zweite beträchtliche Vorteil bei der Anwendung eines Transformators liegt bekanntlich darin, daß man bei passender Wahl der Wicklungen die Klangfarbe der Stimme mit sehr geringen Änderungen übertragen kann, wogegen bei Einschaltung des Mikrophons und des Telephons in den nämlichen Stromkreis die tiefen Töne relativ stark wiedergegeben werden. Für eine gute Übertragung kommt es nach Fleming [3]) darauf an, daß der gegenseitige Induktionskoeffizient der Spulen des Mikrophontransformators möglichst groß, dagegen der Selbstinduktionskoeffizient der sekundären Wicklung möglichst klein sei. Das theoretisch mögliche Maximum, welches nach Thompson [4]) dem Fall entspricht, daß die Drähte der beiden Leitungen zusammenfallen, ist $\sqrt{L_1 . L_2}$, wo L_1 und L_2 die Selbstinduktionskoeffizienten der primären bezw. der sekundären Spule bedeuten. Bald darauf konstatierte Pirani [5]), daß bei den üblichen Mikrophonrollen der praktisch erreichte Wert des gegenseitigen Induktionskoeffizienten dem theoretischen Maximum außerordentlich nahe komme.

Es kann selbstverständlich nicht in den Rahmen dieser Übersicht fallen, die Details der in der Praxis üblichen Schaltungsweisen, die an den Vermittlungsanstalten getroffenen Vorkehrungen und dergleichen anzugeben. Ebenso können die Vorrichtungen, um mittels einer und

[1]) Wied. Ann. 6 (1879) S. 403—407.

[2]) Wied. Ann. Bd. 16 S. 592—603, Zentralbl. f. angew. El. 4 S. 203—206, 229—232 u. 286—291; s. auch E. T. Z. vol. 10 p. 378—381.

[3]) F. d. Elektrot. vol 1 p. 286—287.

[4]) s. seinen Vortrag in der Society of Telegraph Engineers and Electricians London, d. 27. Januar 1887; s. über seine Telephonforschungen überhaupt Elektr. Rdsch. vol. 4 (1887) p. 60—62 u. 75—77 von J. Heisig.

[5]) E. T. Z. vol. 8 p. 337, 1887.

derselben Leitung zu telegraphieren und zu telephonieren[1]), sowie die in der neuesten Zeit gemachten Fortschritte in der Telephonie auf weite Entfernungen[2]) nur angedeutet werden, desgleichen die Verwendung des Mikrophons für die drahtlose Bogenlicht-Telephonie[3]). Nur kurz hingewiesen sei auch noch auf die Bemühungen, die elektrischen Wellen für die Übertragung von Tönen bezw. der Sprache auszunutzen, da auch hier das Mikrophon unentbehrlich ist.[4])

B. Das Mikrophon als Relais in der Telephonie bezw. der Telegraphie und seine sonstige Verwendung in der Telegraphie.

Soweit wir bislang die Verwendung des Prinzips loser Kontakte im Verkehrsleben besprachen, wurde das Mikrophon benutzt, um die Sprache an der Gebestation aufzunehmen. Man hat aber auch vielfach versucht, das Prinzip anzuwenden, um die Sprache an der Empfangsstation aufzufrischen bezw. um dieselbe von einer ersten Empfangsstation bis zu einer entfernteren weiterzuleiten. Wir denken hier an das sogenannte Telephonrelais, dessen Idee aufs engste mit der Geschichte der Erfindung des Mikrophons verknüpft ist. Im Januar 1878[5]) hatte Lüdtge ein Patent auf ein Mikrophon und Universaltelephon erhalten, und es war in der Patentschrift entsprechend der Überschrift extra betont worden,[6]) daß sämtliche Konstruktionen auch die Verwendung des „Aufgabeapparates" als „Relais" gestatten, wobei die als schwingende Platte fungierende Platte eines Bellschen Telephons statt durch die Stimme des Sprechenden durch die auf sie wirkenden magnetischen Kräfte beeinflußt wird, welche ihrerseits durch das an der Aufgabestation aufgestellte Mikrophon variiert werden. Diese schwingende Platte verändert nun den elektrischen Widerstand eines zweiten in einem neuen Stromkreis liegenden losen Kontaktes. Auch Edison hat in seinem „pressure

[1]) s. Rysselberghe, Moniteur belge vom 4. Sept. 1884, E. T. Z. 1884 p. 420, E. T. Z. 1885 p. 186—190, E. T. Z. 12 p. 107. Saal, E. T. Z. 1890 p. 327, Praschke, E. T. Z. 1890 p. 401, J. Holles, The Electrician (Lond.) 53 p. 999—1000 usw.

[2]) Pupin, s. darüber L. Rellstab, Phys. Zs. 4 p. 217—223.

[3]) H. Th. Simon, Phys. Zts. vol. 2 (1901) p. 253—258 und Phys. Zs. vol. 3 p. 278—286, Vortrag auf d. Naturforschervers. zu Hamburg, E. Ruhmer, Phys. Zs. vol. 2 p. 339—340 und E. T. Z. 25 p. 1021—1030, Duddel, The Electric. 46 p. 269—273 u. 310—313 und Phys. Zs. vol. 2 p. 425—427 u. 440—442.

[4]) s. Nussbaumer, Phys. Zs. 5 p. 796—798 und darüber E. T. Z. 25 p. 1096, H. Mosler, E. T. Z. 26 p. 490, Kalischer, E. T. Z. 26 p. 680—681 und Fessenden, Fortsch. d. Elektrot. 1904 p. 442, Majorana, Il Nuovo Cimento Sér. 5 vol. 8 p. 32—42; E. T. Z. 25 p. 943, O. Jentsch, Telegraphie und Telephonie ohne Draht 1904 p. 210—211; s. hierfür auch H. Th. Simons u. M. Reichs Untersuchungen über die Erzeugung hochfrequenter Wechselströme, Phys. Zs. 4 p. 364—372 u. p. 737—742.

[5]) D. R. P. Nr. 4000 vom 12. Januar.

[6]) Dingl. Polyt. Journ. Bd. 232 p. 231—235; siehe auch El. World vol. 28 p. 596.

relay"[1]) das Mikrophonprinzip benutzt, um die wechselnde Stärke des Linienstromes in den Lokalstromkreis zu übertragen, indem er die Eigenschaft des Graphits benutzte, durch geringen Druck seinen Leitungswiderstand beträchtlich zu ändern. Er verwandte aber dies Prinzip jedenfalls zunächst nicht zur telephonischen Übertragung im gewöhnlichen Sinne, sondern entwarf das Relais von vornherein zur Weitergabe akustischer Schwingungen verschiedener Stärke bei seinem „sprechenden Telegraph". Von Interesse ist, daß hier nicht, wie jedenfalls bei der großen Mehrzahl der Telephonrelais, eine Membran die Schwingungen in den Lokalstromkreis übertrug, sondern daß dünne Graphitscheiben in Vertiefungen der Polenden der Elektromagnetkerne lagen und daß der Anker direkt die Graphitscheiben berührte. Ein eigentlich telephonisches Relais (repeater) wurde Edison erst am 27. März 1883[2]) geschützt. Zu einem heftigen Prioritätsstreit hinsichtlich der Erfindung eines Telephonrelais kam es zwischen Edison einer- und den Professoren E. Thomson und Houston aus Philadelphia[3]) andererseits. Letztere brachten an der schwingenden Platte des Bellschen Telephons ein Miniaturmikrophon an, um die ursprünglichen Schwingungen in einen andern Stromkreis zu übertragen. In den achtziger Jahren[4]) beschäftigte sich Edison eingehend mit diesem Problem. Kurze Zeit darauf konstruierte O. Pöhlmann-Nürnberg[5]) ein Mikrophonrelais, bei dem die Schwingungen der Platte dadurch, daß das Relais in einem luftleeren oder jedenfalls luftverdünnten Raum eingeschlossen ist, und somit der Luftwiderstand wegfällt bezw. vermindert ist, erleichtert und vergrößert werden sollen. Bis auf die neueste Zeit ist die Lösung dieses Problems eines telephonischen Relais mittels des Mikrophonprinzips unzählige Male versucht worden. Aus der Flut von Patentschriften seien nur folgende genannt: Gillmore, A New or Improved Telephonic Relay, engl. Patentschr. Nr. 5102 (1894), W. H. M. Weawer, Telephone Repeater, Am. Pat. Nr. 595 983 (97), R. M. Hunter, Electrical Transmission of Energy, Am. Pat. 596 041 (97), J. Stone, Telephone Repeater or Relay, Am. Pat. 609 374 (16. Aug. 98)[6]) und Pierre Germain, Improvements in Telephone Posts or Stations, engl. Pat. Nr. 7179 (98)[7]).

[1]) Journ. of the Teleg. vol. 9 p. 163 und Dingl. Polyt. Journ. Bd. 225 (1877) p. 515, Zetzsche, Die elektr. Telegraphie, Bd. III_1 (1887) p. 819, Journ. of Telegr. 1877 p. 163.

[2]) Amer. Pat. Nr. 274 577.

[3]) Nature vol. 18 p. 194, Journ. of the Frankl. Inst. vol. 106 p. 51, Telegr. Journ. London vol. 6 p. 343, Engin. vol. 46 p. 3, Dingl. Polyt. Journ. Bd. 229 p. 152; Chem. News 37 p. 255, Chem. News 38 p. 45, p. 138 u. p. 198, F. d. Phys. 34 p. 876.

[4]) Am. Pat. Nr. 274 577 vom 27. März 1883, Nr. 340 707 vom 27. April 1886.

[5]) D. R. P. Kl. 21 Nr. 47 873 vom 8. Mai 1888, siehe Dingl. Polyt. Journ. 274 p. 574 u. E. T. Z. 10 (1889) p. 520.

[6]) s. Electr. World vol. 32 p. 348.

[7]) s. Electr. World vol. 33 p. 36.

Wir wollen schließlich nicht verfehlen, auf ein neuerdings[1]) von Professor Trowbridge konstruiertes polarisiertes Telephonrelais hinzuweisen, welches sehr empfindlich sein soll infolge eines sehr starken elektromagnetischen Feldes, innerhalb dessen sich der mit dem Mikrophon verbundene Anker befindet. Dieser Anker wird an seinem Ende vom Linienstrom umflossen, ändert seine Polarität je nach den Schwankungen des Linienstromes und gerät in entsprechende Schwingungen, welche sich natürlich dem damit verbundenen, im Lokalstromkreis liegenden Mikrophon mitteilen. Die beiden das starke elektromagnetische Feld bildenden Hufeisenmagnete sind entweder Dauermagnete oder Elektromagnete, welche durch eine Stromquelle möglichst gleichmäßiger Spannung gespeist werden, damit die Stärke des magnetischen Feldes möglichst konstant ist. Bei Versuchen, welche[2]) mit diesem Apparat auf der Freileitung zwischen Boston und New York angestellt wurden, zeigte sich eine Verschlechterung der Sprache durch das in der Mitte eingeschaltete Relais. Dagegen zeigte sich bei Benutzung eines künstlichen Telephonkabels deutlich, daß bei Einschaltung des Relais die Dämpfung der höheren Töne herabgemindert wurde.

Ascher empfahl in der Electr. Review vol. 44 (1899) p. 455 für die Übertragung der Sprache in einen anderen Stromkreis das vor einem auf der ersten oder gar zweiten und dritten Empfangsstation befindlichen Mikrophon aufgestellte, vor mehr als 20 Jahren von Edison nach dem Prinzip seines Elektromotographen[3]) konstruierte „laut sprechende Telephon“[4]), da nach seinen Erfahrungen die Schwingungen stark genug sein sollten, um sogar eine mehrfache Übertragung zuzulassen. Ja, er gab sich[5]) den weitgehendsten Hoffnungen in bezug auf die Übertragungsmöglichkeit hin. Im Anschluß daran wies W. J. Hammer[6]) auf seine schon an anderer Stelle von uns erwähnten, bereits 1889 nach derselben Richtung angestellten Versuche hin, bei denen gleichzeitig Edisons Kohlentransmitter, sein laut sprechendes Telephon und der Phonograph benutzt wurden. Wir weisen aber darauf hin, daß die mittels des Elektromotographenprinzips hervorgebrachten Töne allerdings sehr laut, dafür aber auch um so undeutlicher[7]) sein sollen.

[1]) E. T. Z. 1904 p. 674, Western Electrician vom 23. April 1904, El. Review, New York vol. 45 p. 361 u. 395.

[2]) F. d. Elektrot. vol. 8 p. 711.

[3]) F. d. Phys. 30 p. 1020, Dingl. Polyt. Journ. 214 p. 255, Telegraphic. Journ. 1874 p. 231.

[4]) F. d. Phys. 35 p. 1411, Naturf. 12 p. 303, Eng. No. 690 p. 701 u. 702, Nature 19 p. 471—472, Mondes (2) 50 p. 266—267.

[5]) El. World vol. 33 p. 485.

[6]) El. World 33 p. 752—754.

[7]) Maier u. Preece, Das Telephon 1889 p. 73—74.

Vor all zu kühnen Hoffnungen in bezug auf die Verwendbarkeit eines telephonischen Relais kann man bewahrt werden durch einen nicht nur beherzigenswerten, sondern auch äußerst interessanten Artikel in der „Electrical World“ von 1896[1]), der den in mehrfacher Beziehung um die Telephonie verdienten Th. D. Lockwood zum Verfasser hat. Lockwood beleuchtet hier die großen Schwierigkeiten, welche mit der Frage eines telephonischen Relais verknüpft sind, indem er vor allem darauf hinweist, daß immer im ersten, direkt durch den Sprecher beeinflußten Diaphragma die Vibrationen viel größer sind, als sie erzeugt werden können im empfangenden Diaphragma, durch dessen Verbindung mit dem Mikrophonkontakt die Sprache wieder aufgefrischt bezw. weitergeleitet werden soll, und daß ein telephonisches Relais wie jede andere Maschine Zeit gebraucht zur Verrichtung ihrer Funktionen, so daß unliebsame Verzögerungserscheinungen eintreten können, wie auch jeder Telegraphenbeamte wissen muß, daß die pünktliche Übertragung von Zeichen um so schwieriger ist, je länger die Linie ist, und je mehr Relais in Verwendung kommen. Wollte man nun sagen, daß das Heranziehen von Beispielen aus der telegraphischen Praxis irreleitend ist, weil die Größe der Schwingungen des Diaphragmas gar nicht vergleichbar ist mit der Größe der Ortsveränderungen des Ankers bei einem gewöhnlichen telegraphischen Relais, so ist dem entgegenzuhalten, daß auch die enorme Zahl der Vibrationen, wie sie pro Zeiteinheit bei der telephonischen Übermittelung stattfindet, nicht im entferntesten verglichen werden kann mit der entsprechenden, geringen Zahl der bei einem Telegraphenrelais in Betracht kommenden Lagenänderungen. Auf einige andere von Lockwood besprochene Schwierigkeiten, beispielsweise die Schwierigkeit, ein Telephonrelais derart zu gestalten, daß es in beiden Richtungen arbeitet, kann hier nicht näher eingegangen werden.

Es ist nun selbstverständlich, daß der nämliche Mechanismus einmal dazu würde dienen können, um in Anschluß an den gewöhnlich mit dem Wort Relais verknüpften Sinn die Sprache an der Empfangsstation aufzufrischen, sodann aber auch dazu, um dieselbe von dieser zweiten Station bis zu einer dritten weiterzuleiten. Wir würden dann von einem „Wiederholer“ (repeater) sprechen müssen. Es würden in diesem letzteren Fall, der offenbar von viel größerer Bedeutung ist als der erstere, wie Lockwood zeigt, wesentlich zwei Momente in Betracht kommen. Vorteilhaft wäre die Teilung der Linie in zwei Teile in so fern, als die störenden statischen Ladungserscheinungen verringert würden, nachteilig würde dieselbe durch die Einführung einer Komplikation sein, durch die Notwendigkeit, eine größere Zahl von Instrumenten in Ordnung zu halten.

---

[1]) Vol. 28 p. 592—597, 626—627 und 660—661.

Bei der Beurteilung der Anwendbarkeit bezw. Nichtanwendbarkeit eines solchen „repeaters“ müßten natürlich in jedem einzelnen Falle beide Momente gehörig gegeneinander abgewogen werden. Darin nämlich mag Lockwood wohl Recht haben, daß die durch die Relaiswirkung in der Mitte einer langen Leitung in mechanische Energie umgesetzte elektrische Energie eher dazu wird beitragen können, die gute Artikulation an der eigentlichen Empfangsstelle zu stören, als sie zu verbessern, so daß wesentlich der eine etwa in Betracht kommende vorteilhafte Punkt übrig bliebe. Wo es nun auf die Feinheiten der Artikulation nicht so sehr ankommt, wie es z. B. bei der Übertragung von Musikaufführungen der Fall ist, da hielt Lockwood es für durchaus möglich, daß der „Wiederholer“ in der gegenwärtigen Gestalt von Bedeutung werden könne, ebenso auch, wenn es ankomme auf den Verkehr zwischen einer Haupt- und einer Zweigleitung, etwa zwecks rascher Beförderung von kurzen Nachrichten der Presse usw. Neuerdings hat man bekanntlich versucht, von anderer Seite aus[1]) der Lösung des Problems eines brauchbaren Telephonrelais näherzukommen, und zwar hat sich besonders der dänische Ingenieur Hagemann nach dieser Richtung[2]) verdient gemacht. Hierbei sei auch erwähnt, daß Hewitt[3]) die Wahrnehmung gemacht hat, daß sich die Quecksilberdampflampe als Telephonrelais benutzen läßt, indem der konstante die Röhre durchfließende Strom variabel wird, wenn die Röhre in das Feld eines von einem undulierenden Strom erregten Elektromagnets gebracht wird.

Mit dem vorher erwähnten Edisonschen „pressure relay“ läßt sich übrigens auch ein gewöhnlicher Klopfer zum Ansprechen bringen. Auch sonst hat das Mikrophonprinzip vielfach Anwendung in der Telegraphie gefunden. M. B. Enzmann[4]) benutzte zum Telegraphieren schnell aufeinander folgende Ströme wechselnder Richtung, um die Membrane eines von ihm konstruierten Telephonrelais in Schwingungen zu versetzen und dadurch den Mikrophonkontakt beim Telephonrelais weniger innig zu machen als im Ruhezustande.[5]) Durch die entsprechende Widerstandsvermehrung in diesem Kreis erhält der im Nebenschluß liegende Empfangsapparat einen stärkeren Ortsstrom und spricht an. Hier

[1]) s. v. Poulsen, Das Telegraphon, Drud. Ann. 3 p. 754—760, s. Rellstab, Der Telephonograph, E. T. Z. 22 p. 57—59.

[2]) Drud. Ann. 3 p. 759.

[3]) El. World 43 (1904) p. 325—326.

[4]) Lum. él. vol. 33 p. 326—329, E. T. Z. 10 (1889) p. 455—456, E. T. Z. 11 p. 103—104, Dingl. Polyt. Journ. Bd. 275 p. 26 und Fortschr. d. Elektrot. vol. 3 p. 489.

[5]) s. dazu Hughes, Phil. Mag. (5) vol. 6 pag. 44—50 und A. Oberbeck, Wied. Ann. 13 (1881) p. 224.

könnte wohl auch das von Cuttriss angegebene Relais[1]) genannt werden, welches die telegraphische Übertragung undulierender Ströme durch lange, überseeische Kabel gestattet. Eine vom undulierenden Linienstrom durchflossene Drahtrolle schwingt in einem starken, magnetischen Feld. Die Seele des Apparats wird gebildet aus zwei in zwei einander ergänzenden Lokalstromkreisen liegenden Spiralen aus äußerst feinen Kohlefäden[2]), welche die Zurückführung in die Ruhelage bewirken und beim Dehnen bezw. Zusammenziehen ganz enorme Widerstandsänderungen erfahren, so daß dadurch das Ansprechen des Empfangsapparats bewirkt wird.

H. Lubliner, Berlin, erhielt am 23. Mai 1889 ein Patent (D. R. P. Nr. 50319) auf ein Relais, bei welchem der Lokalstrom durch die Bewegung einer Magnetnadel unterbrochen oder aber regulierbar geschwächt wurde.[3]) Im letzteren Fall erlitt der Widerstand durch Lockerung des Mikrophonkontaktes eine genügende Veränderung, so daß der im Lokalstromkreis liegende Empfangsapparat betätigt wurde. Ein Richtmagnet und ein federnder Anschlag bewirkten eine rasche Rückkehr der Nadel in die Anfangslage. Am 7. Dezember 1889 erhielt Lubliner ein Zusatzpatent, in welchem[4]) statt der Magnetnadel im Hauptpatent eine in den Linienstromkreis eingeschaltete und in einem magnetischen Felde bewegliche Spule zur Trennung bezw. Lockerung des Kontaktes der im Ortsstromkreis liegenden Elektroden (mittels Schraube verstellbare Kohle bezw. Platin und eine daran liegende elastische Elektrode) benutzt wurde.

Bei einem kurz darauf in den Vereinigten Staaten an Th. A. Edison[5]) erteilten Patent auf ein Kohlenrelais wurde die Stärke des Lokalstroms regulierbar verändert durch den mit Kohle versehenen Anker eines gewöhnlichen Elektromagneten, dessen Schenkel derart ausgehöhlt waren, daß die Kohle des Ankers diejenige Kohle berührte, welche in die Höhlungen der Schenkel eingelegt war. Nähere Zahlenangaben haben wir leider nicht auftreiben können, so viel aber haben wir erfahren, daß das Relais sehr empfindlich und auch recht zuverlässig gewesen sein soll. Von kompetenter Seite sind wir darauf aufmerksam gemacht worden, daß in den 80er Jahren von der bayrischen Telegraphenverwaltung Versuche angestellt wurden mit einem gewöhnlichen mit Kohlekontakten

[1]) El. Rev. vol. 31 p. 8—9, Lum. él. vol. 43 p. 532, Lum. él. vol. 45 p. 78—79, Fortschr. d. Elektrot. vol. 6 (1892) p. 127, 326 u. 758.

[2]) s. E. T. Z. 1892 p. 52 und F. d. Phys. 48 I p. 442—443.

[3]) Zs. f. Instr. 1890 p. 370, E. T. Z. 1890 p. 231, Fortschr. d. Elektrot. 1890 p. 131.

[4]) Zs. f. Instr. 1891 p. 237, E. T. Z. 1891 p. 34—35, F. d. Elektrot. 1890 p. 769.

[5]) F. d. Elektrot. 1890 p. 542, Off. Gaz. vol. 52 p. 1118, E. T. Z. 1890 p. 524, Pat. Nr. 434585.

versehenen Relais, „daß die dabei gefundene Empfindlichkeit eine enorme war, daß aber die Verwendung an der Unmöglichkeit einer konstanten Einstellung auf eine bestimmte Ruhelage scheiterte“. Merkwürdigerweise ist es uns bis auf den heutigen Tag nicht möglich gewesen, Genaueres zu erfahren. Daß die Empfindlichkeit von Relais mit mikrophonischen Kohlekontakten diejenige eines gewöhnlichen Relais weit übersteigt, davon konnten wir[1]) uns überzeugen, als wir, ohne etwas von der Verwendung des Mikrophonprinzips in der Telegraphie zu ahnen, nach derselben Richtung Versuche anstellten, indem wir verschiedene früher vielfach in der telegraphischen Praxis benutzte Relais mit Kontakten aus Bogenlampenkohle versahen. Wir haben Einstellungen der zur Regulierung des Druckes benutzten Schraube gehabt, bei denen wir mit Sicherheit einen Linienstrom von $^1/_{500}$ Milliampère Stärke nachweisen konnten. Allerdings gingen so günstige Stellungen meist sehr bald von selber verloren. Bei Verwendung von Linienströmen von $^1/_{25}$ bis $^1/_{50}$ Milliampère jedoch erhielten wir bei gleichzeitiger Benutzung einer einfachen Aufhängevorrichtung für das Relais recht ermutigende Resultate. Wir konnten ziffernmäßig den großen Wert nachweisen, welchen schon eine ganz einfache Aufhängung für die Vermeidung bezw. Einschränkung der durch Erschütterungen usw. bedingten Widerstandsschwankungen an der Kontaktstelle hat, und versuchten, jedenfalls erste Anhaltspunkte zu gewinnen bezüglich der Momente, welche im Hinblick auf die Sicherheit des Funktionierens eines solchen, mit Mikrophonkontakten versehenen telegraphischen Relais in erster Linie in Betracht zu kommen scheinen, damit die Praktiker, falls die Verwendung eines derartigen Instruments noch heute von genügendem Wert erscheint, eventuell daran anknüpfen können. Aus den Fortschritten der Elektrotechnik von 1892 (p. 759) erfahren wir kurz von einer mit „Kohlekontakten bezw. mit Kontakten aus Halbleitern“ versehenen Taste, durch welche Stephen und Davis erreichen wollten, daß die Ströme für die Morsezeichen nur eine Stärkung bezw. Schwächung erfahren, statt direkt unterbrochen bezw. wiederhergestellt zu werden. Es sollte dadurch ermöglicht werden, daß die nämliche Leitung gleichzeitig zum Telegraphieren und Telephonieren benutzt werden konnte. Da uns telegraphische Zeitschriften nicht genügend zur Hand stehen, haben wir leider auch hierüber nicht Genaueres erfahren können. Mercadier konstruierte für die Multiplextelegraphie ein sogenanntes telemikrophonisches Differentialrelais, welches[2]) jedenfalls mit ausgezeichnetem Erfolge auf 600—800 Kilometer langen Strecken in Frankreich ausprobiert worden ist.

[1]) Chr. Jensen u. H. Sieveking, Drud. Ann. 18 p. 695. 1905.

[2]) C. Rend. vol. 130 (1900) p. 770—773.

Das Mikrophonprinzip ist von Robertson in seinem Kopiertelegraphen angewandt[1]) worden, indem jede Bewegung des Schreibgriffels an der Gebestation durch geeignete Übertragung eine Änderung in dem Druck hervorbringt, welcher auf zwei senkrecht zueinander angebrachte und in zwei getrennten Stromkreisen liegende Reihen von Kohlenscheiben ausgeübt wird, und indem weiter eine der Änderung im Verhältnis der Stromstärken beider Leitungen entsprechende Änderung im Verhältnis der Anziehungskräfte der Empfangselektromagnete auftritt. Es stellen dann die beiden fest miteinander verbundenen Anker einen mit ihnen verbundenen federnden Schaft so ein, daß er dem Geberstift korrespondierende Bewegungen ausführt. Es wurden übrigens diese dem Verhältnis der Elementarbewegungen des Schreibgriffels — in welche sich nach dem Parallelogramm der Kräfte die mehr oder weniger verschlungenen Bewegungen zerlegen lassen — entsprechenden Schwankungen in den beiden Stromkreisen bereits 1879 von Cowper in seinem Kopiertelegraphen[2]) angewandt. Während aber bei Robertson der verschieden starke mikrophonische Druck die Stromstärke in der einen oder andern Richtung ändert, schaltete Cowper je nach der Lage des Schreibgriffels eine verschiedene Summe von bestimmten Widerständen in der einen oder der andern Leitung aus bezw. ein. Die Wirkung veränderlicher Widerstände im Stromkreis benutzte auch E. Gray in seinem ersten Telautographen, verließ aber später[3]), da die Leitungen sowieso oft starken Widerstandsschwankungen durch Witterungseinflüsse ausgesetzt waren, dies Prinzip.[4]) R. A. Fessenden benutzt das Mikrophon für die Telegraphie ohne fortlaufende Leitung,[5]) indem er die durch eine bewegliche Spule an zwei Mikrophonkontakten hervorgebrachten Druckänderungen durch ein Differentialgalvanoskop nachweist.

C. Das Mikrophon als Empfänger.

Nunmehr, nachdem wir im Vorhergehenden mit einer Abschweifung auf die Telegraphie wesentlich die Anwendung des Mikrophons als Geber beziehungsweise als Weitergeber oder Auffrischer der Sprache oder der Musik betrachtet haben, sei noch einer Möglichkeit der Verwendung von Mikrophonkontakten gedacht, die allerdings bisher keine praktische Bedeutung

[1]) E. T. Z. 1887 p. 346 und 401—403, Lum. él. vol. 24 p. 337—338.

[2]) Dingl. Polyt. Journ. 232 p. 413—415, F. d. Phys. 35 p. 1408, Journ. of the Soc. of Tel. Eng. vol. 8 p. 141—147, Rep. Brit. Soc. 1879 p. 520—521.

[3]) El. World 21 p. 220—222, F. d. Phys. 49 II p. 817, Zs. f. phys. u. chem. Unterr. vol. 7 p. 143—145, Zts. d. Ver. deutsch. Ingen. 37 p. 1608, E. T. Z. 14 p. 637.

[4]) Über neuere Versuche, Schriftstücke bezw. Photographien telegraphisch zu übertragen, siehe Korn, Phys. Zs. 5 p. 113—118 u. 164—168, E. T. Z. 23 p. 454—455 u. vol. 25 p. 453—454, Ruhmer, E. T. Z. 25 p. 1021—1030, s. auch Liesegangs Schriften, Ed. Liesegangs Verlag, Düsseldorf.

[5]) F. d. Elektrot. 1904 p. 431—432.

erlangt hat, aber von um so größerem theoretischem Interesse ist. Wir denken hier an die in innigster Beziehung zur Geschichte der Entdeckung des Mikrophons als Gebeapparat stehende Verwendung von losen Kontakten zur Wiedergabe der Sprache. Allem Anschein nach gebührt hier Berliner [1]) der Vorrang, welcher auch schon im September 1877 eine Anordnung veröffentlichte, mittels derer eine Verstärkung dieser an losen Kontakten entstehenden Töne erreicht werden sollte. Berliner ging hier von der Idee aus, daß die Elektroden von losen Kontakten relativ leicht durch undulatorische Ströme würden beeinflußt werden, wenn sich dieselben bereits vorher durch eine konstante elektromotorische Kraft im Zustande der Polarisation befinden, genau so wie sich eine polarisierte Armatur empfindlicher gegen elektromagnetische Einflüsse erweise als eine aus weichem Eisen bestehende. Die Idee nun wurde in folgender Weise verwirklicht. An der Gebestation befand sich ein Mikrophon, welches mit einer Batterie und der primären Wickelung einer Induktionsspule in einem Stromkreis lag. Die sekundäre Wickelung eben dieser Spule stand in Verbindung mit der sekundären Wickelung einer an der Empfangsstation befindlichen Spule, deren primäre Wickelung in einem Stromkreis lag mit einer zweiten Batterie und dem Mikrophonkontakt, welcher unter dem Einfluß der durch das Hineinsprechen in das erste Mikrophon bedingten undulierenden Ströme entsprechende Laute von sich geben sollte. Hierbei konstatierte Berliner, daß die Intensität der auf diese Weise reproduzierten Töne in inniger Beziehung zur Stärke der zweiten Batterie stand. Hughes konstruierte [2]) einen mikrophonischen Empfänger, in welchem sich zwei durch eine Feder gegeneinander gedrückte Stückchen metallisierter Fichtenkohle, welche sich im Stromkreis des Gebemikrophons befinden, auf der Mitte einer über einen zinnernen Zylinder gespannten Pergamentmembran befinden, so daß die Membran beim Hineinsprechen ins Mikrophon in hörbare Schwingungen versetzt wird. Der Druck, den die beiden Kohlestückchen aufeinander ausüben, ließ sich durch eine feine Spiralfeder regulieren. Als Stromquelle wurden vier bis fünf Leclanché-Elemente angegeben. Man erfährt ferner, daß das Ganze in ein Kästchen eingeschlossen war, aus dem nur das Hörrohr heraustrat. James Blyth [3]) konnte als Empfänger ein von einer aus zwei Groveschen Elementen bestehenden Batterie gespeistes, mit ausgebrannten Steinkohlen gefülltes Glas benutzen, oder aber er verwandte dazu eine

---

[1]) siehe F. d. Phys. 33 (1877) 1077, Cirkular, Washington Sept. 1877, Lum. él. 2 p. 314 u. 336, Lum. él. 3 p. 159—160, „Du Moncel, Le Téléphone" 1882 p. 213—216 u. 297—298.

[2]) s. Dingl. Polyt. Journ. 229 (1878) p. 150, C. Rend. 87 p. 7—10, Dingl. Polyt. Journ. 231 p. 285, Engin. vol. 26 p. 12 (5. Juli 1878).

[3]) Telegraph. Journ. 6 (1878) p. 246, Dingl. Polyt. Journ. 229 p. 150, Wied. Beibl. 2 p. 521, Nature 18 p. 172—173, Royal Soc. of Edinb. 3. Juni 1878.

Holzschachtel, in deren gegenüberliegende Stellen zwei Blechstreifen gesteckt sind. Er benutzte diese Apparate in Kombination mit ähnlichen Gebeapparaten und war nicht wenig überrascht, als mittels dieser Vorrichtungen nicht nur artikulierte Laute übertragen werden, sondern auch die Stimmen unterschieden werden konnten. Diese Eigenschaft des Mikrophons wurde bald darauf von V. A. Julius[1]) bestätigt.

Auch Wietlisbach[2]) gibt an, daß die Membran eines Mikrophons die Schwingungen, welche durch das Gebemikrophon in dasselbe hineingeleitet werden, wiedergibt; er fügt jedoch hinzu, daß die Kontaktstelle durch einen primären Strom durchflossen werden muß. Die Reproduktion soll erheblich schwächer sein als die mittels eines gewöhnlichen Magnettelephons hervorgebrachte, jedoch durchaus deutlich. Sowohl Munro, welcher die Ansicht vertrat, daß es fortwährende, durch die Schwingungen der Schallwellen geregelte stille Entladungen sind, welche das Mikrophon zur Übertragung der Sprache befähigen, als auch Hughes, welcher mehr dazu neigte, einen wirklichen Lichtbogen zwischen den Mikrophonkontakten anzunehmen[3]), ferner auch Preece, welcher die wesentlichste Rolle der durch den Stromdurchgang bedingten Wärme zuschrieb, suchten mit einem gewissen Recht ihre Ansichten durch den reziproken Charakter des Mikrophons zu stützen. Ob eine von diesen Deutungen die richtige ist, oder ob, wie Ayrton und Perry meinen, abstoßende Kräfte, die sich mit der Stärke des Stromes ändern, eine wesentliche Rolle spielen oder Fahies Meinung entsprechend statische Induktion wesentlich maßgebend ist, das kann hier nicht entschieden werden[4]); es erscheint uns aber jedenfalls schon die Verwendungsmöglichkeit des Mikrophons als Empfänger eher dafür zu sprechen, daß das die Kontakte trennende Luftkissen die wesentliche Rolle bei der Sprachübertragung spielt und, daß die Theorien, welche der verschiedenen Größe der Kontaktfläche[5]) bei verschiedenem Druck die wichtigste Rolle beimessen, nicht ausreichen. Hughes suchte die geringe Bedeutung einer wechselnden Oberflächenausdehnung durch den Hinweis darauf zu zeigen, daß eine Nadelspitze als Mikrophonkontakt gut funktioniert. Dies darf uns aber nicht weiter beschäftigen, da es zu weit führen würde. Dagegen sei kurz darauf aufmerksam gemacht, daß Erscheinungen an

[1]) Nature 18 p. 642.

[2]) Handbuch der Telephonie 1899 p. 39—40.

[3]) Nach E. T. Z. 5 p. 126 hat Ader mittels eines Bogens von 6 mm Länge gesprochen; siehe die heutige drahtlose Telephonie.

[4]) siehe über die Theorien u. a. Borns, E. T. Z. 5 p. 122—126, du Moncels Übersichten in Lum. èl. VIII (1883) p. 290—294, 321—325, 529—533 u. vol. IX p. 129—133, p. 225—230.

[5]) s. Fessenden, F. d. Phys. 53 II (1897) p. 590, American Electrician 1897, E. T. Z. 18 p. 281.

losen Kontakten, welche den eben näher besprochenen analog sind, lange vor der Erfindung des Mikrophons als Kommunikationsmittel bekannt geworden sind. Es sei nur erinnert an Poggendorfs Beobachtungen[1]) an einem aufgeschlitzten, hohlen Zylinder aus Metallblech, welcher eine Drahtrolle umgab, in welcher ein durch einen Wagnerschen Hammer unterbrochener Strom zirkulierte. Abgesehen von der von ihm beobachteten Tonbildung, welche offenbar ihren Sitz an den Berührungsstellen des Zylinderrandes hatte, welche aber auch fehlen konnte, wenn das Material des Hohlzylinders aus wenig elastischem Material, etwa aus Blei, bestand, wurde, falls nur die Ränder lose genug aneinander lagen, stets ein von den Berührungsstellen des Zylinderrandes ausgehendes, dem Schlagen einer Taschenuhr einigermaßen vergleichbares Ticken beobachtet, welches synchron mit den Schlägen des Wagnerschen Hammers erfolgte. Eine ähnliche Beobachtung machte neuerdings[2]) unabhängig davon Hornemann, der sich überhaupt eingehend[3]) mit den an losen Kontakten auftretenden akustischen Erscheinungen beschäftigte und zu äußerst interessanten Ergebnissen kam. Mit Kohlekontakten erhielt er nicht so gute Resultate wie mit Kontakten, welche aus geglühtem oder auch nur schwach erhitztem, farbig angelaufenem Eisen bestanden. Nach seinen Angaben reproduzierte ein aus geglühtem Eisen hergestellter Kontakt nicht nur das Schnurren des faradischen Stromes sehr laut und sehr rein, sondern auch mittels eines Mikrophons aufgenommene Schallwellen wurden durch denselben sehr laut und vollkommen reproduziert. Das Ticken einer Weckeruhr wurde auf mehrere Meter weit gehört, und das Ticken einer Taschenuhr hörte man in nächster Nähe noch so laut wie mittels eines gewöhnlichen Magnettelephons. Für das wesentliche hält Hornemann eine Zwischenschicht zwischen den Metallen, welche zwar die direkte gegenseitige Berührung der Metalle verhindert, aber andererseits in einem gewissen, wenn auch geringen Grade an der Stromleitung Teil hat. Aus dem Grunde glüht er das Eisen, damit sich eine Oxydschicht bildet. Ein derartiger Kontakt soll nicht nur eine große Empfindlichkeit gegen Stromwellen haben, sondern auch gegen aus der Ferne auf ihn einwirkende elektrische Schwingungen, so daß beispielsweise nach Hornemann ein deutliches Tönen eintrat, wenn die Entfernung zwischen dem Sendedraht und dem mit dem Kontakt verbundenen Auffangedraht über zwölf

[1]) Poggend. Ann. 98 (1856) p. 193—203, F. d. Phys. 12 p. 524—525; s. darüber Buff, Poggend. Ann. 124 (1865), p. 78—86; Berl. Ber. 1864 p. 507.

[2]) s. Drud. Ann. 7 p. 867—868.

[3]) l. cit. p. 862—881, F. d. Phys. 58I p. 486—487, s. E. T. Z. 22 p. 476; s. auch M. Hornemannn, Der heiße Oxydkohärer. Drud. Ann. 14 p. 129—138, s. F. d. Phys. 60II p. 105—108.

Meter betrug, und sich Wände zwischen der Gebe- und Empfangsstation befanden. Wir können leider auf diese fesselnden Untersuchungen nicht näher eingehen, wobei gleichzeitig nochmals bemerkt sei, daß wir die Kohärerphänomene beziehungsweise die diesbezüglichen Anwendungen in der Telegraphie ohne fortlaufende Leitung als nicht in den Rahmen dieser Übersicht fallend betrachten, zumal die dahingehörende Literatur relativ leicht jedermann zugänglich ist.

11. Das Mikrophon als Trevelyaninstrument und einige sich daran knüpfende historische Bemerkungen.

Dagegen müssen wir noch kurz auf einige andere akustische Erscheinungen hinweisen, die bei losen Kontakten auftreten können, ohne daß Wechselströme oder undulierende Ströme dieselben durchfließen. Bekannt genug ist das im Jahre 1830 von A. Trevelyan auf Grund einer im vorhergehenden Jahre gemachten Beobachtung — eine ähnliche Beobachtung wurde nach Seebeck und Tyndall bereits 1805 von einem Herrn Schwarz gemacht und von Prof. Gilbert in seinen Annalen Bd. 22 p. 323 beschrieben — erfundene Trevelyaninstrument[1]), bei welchem durch rasch aufeinander folgende Erschütterungen infolge von Wärmeausdehnung Töne erzeugt werden. Im Jahre 1850 leitete Page[2]) einen elektrischen Strom durch die Berührungsstelle der beiden Metalle eines Trevelyaninstruments und erzielte auf die Weise Töne von beliebig langer Dauer. Ungefähr acht Jahre später beobachtete A. Paalzow[3]), daß, wenn man auf eine mit dem einen Pol einer Säule von vier Bunsenschen Elementen verbundene Kupferplatte ein dünnes Platinblech legt, und darauf ein Stück Kohle, welches wie ein Halbring geformt ist, und in dessen einem freien Ende eine für die Aufnahme eines Quecksilbertropfens bestimmte Vertiefung angebracht ist, die Kohle bei Stromschluß in eine ziemlich regelmäßige, wiegende Bewegung gerät. Dieses Experiment gelingt tatsächlich sehr leicht. Im Anschluß an diese Beobachtung stellte W. Rollmann[4]) weitere entsprechende Versuche an und erhielt bei Stromdurchgang und bei Verwendung von Wiegern aus Messing, Stahl und Gaskohle dauernde Schwingungen, wenn er Gold, Platin, Silber, Kupfer, Kohle usw. als Träger benutzte. Dabei machte er auch darauf aufmerksam, daß er bereits 1850 in den Jahresberichten

[1]) s. Trevelyan, Edinb. Roy. Soc. Trans.; s. darüber u. a. G. W. Muncke, Pogg. Ann. 24 (1832) p. 466—467, A. Seebeck, Pogg. Ann. 51 (1840) p. 1—10, Faraday, Journ. of the Roy. Inst. 4 u. Schweigg, neues Jahrb. 4, J. Tyndall, Pogg. Ann. 94 (1855) p. 613—628, Weinhold, Demonstrationen 2. Aufl. p. 216—217.

[2]) Sill. Amer. Journ. (2) vol. 9 p. 105 bezw. 106, F. d. Phys. 6 u. 7 (1850 u. 51) p. 294 u. 311, Arch. d. sc. phys. et nat. 13 p. 313.

[3]) Pogg. Ann. 104 (1858) p. 413—421, F. d. Phys. 14 p. 479—481.

[4]) Pogg. Ann. 105 (1858) p. 620—621, F. d. Phys. 14 p. 479—480.

des naturw. Vereins zu Halle (p. 189) ein durch den elektrischen Strom bewegtes Trevelyaninstrument beschrieben habe. Diese Frage ist u. a. weiter verfolgt worden von Forbes[1]), von Gore[2]), Buff[3]), V. A. Julius[4]), der intermittierende Ströme durch ein gewöhnliches Trevelyaninstrument schickte und dabei, namentlich bei Verwendung von eisernen Wiegern, laute Töne erhielt, und A. M. Tanner[5]), der in objektivster Weise die historische Seite beleuchtet hat und dabei, wie wir gleich sehen werden, auch Moussons Verdienste um das Mikrophon klarzustellen suchte. Man erfährt hier zunächst, daß Mousson in den Nouveaux Mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles von 1855 (vol. 14), also ein Jahr vor der du Moncelschen Entdeckung, den veränderlichen Widerstand besprach, welcher bei der Berührung von Metallfedern und Metallscheiben entsteht, daß er an Hand einer Figur ein Experiment mit zwei gekreuzten Drähten beschrieb und sich dahin äußerte, daß bei einem „losen Kontakt ohne Druck" der Widerstand wegen der Temperaturänderungen in den Berührungspunkten veränderlich sei. Die Lagenänderungen der losen Kontakte setzte er auf Konto der Stromwirkung. Wir erfahren weiter, daß sich in den Compt. Rend. der 45. Sitzung der Société Suisse des Sciences Naturelles in Lausanne (1861) eine Mitteilung Moussons über die Bewegungen findet, welche in einem Stromkreis an den Punkten stattfindet, wo sich die Leiter leicht berühren. Außer der Beschreibung der 1845 von de la Rive angestellten Beobachtungen[6]), den Untersuchungen von Page, Rollmann, Forbes und Gore findet sich hier die Beschreibung eines von ihm konstruierten, dem gewöhnlichen Trevelyaninstrument[7]) ähnlichen Instruments, welches, wenn der Wieger bei Stromdurchgang einmal in Bewegung versetzt ist, einen Ton produziert, solange der Stromdurchgang dauert. Hier bespricht er auch eine auf die Schwingungsperiode eines vertikal ausgespannten Drahtes abgestimmte

[1]) Phil. Mag. (4) vol. 17 p. 358—360, Proc. of Edinb. Soc. 1858—59 p. 151—154, Pogg. Ann. 107 (1859) p. 458—461, Arch. d. sc. phys. (2) vol. 5 p. 258, Edinb. Journ. (2) vol. 9 p. 266—268, F. d. Phys. 15 p. 441—442.

[2]) F. d. Phys. 14 p. 481, Phil. Mag. (4) 15 p. 519—522, Ann. de Chim. 55 (3) p. 248—249, Pogg. Ann. 107 p. 455—457, F. d. Phys. 15 p. 441, Phil. Mag. 18 (4) p. 94—101, Arch. d. sc. phys. (2) vol. 7 p. 60—61.

[3]) Pogg. Ann. 124 p. 78—86, Berl. Ber. 1864 p. 507.

[4]) Nature 18 (1878) p. 642.

[5]) Electr. Review vol. 27 (1890) p. 221—222, p. 279 u. p. 612—615, Bern. Mitteil. 1890.

[6]) siehe de la Rive, Sur les mouvements, que déterminent dans les corps, soit la transmission des courants électriques, soit leur influence extérieure, Compt. Rend. 20 p. 1287—1291.

[7]) s. Mousson, Physik auf Grundl. d. Erfahr. Bd. 1 (1879) p. 337—338.

Glocke, welche dadurch[1]) im Tönen erhalten wird, daß der vertikal neben der Glocke ausgespannte Draht mit zwei leicht gegen die Glocke anliegenden Platinschneiden versehen wird und ein galvanischer Strom den so gebildeten Kontakt und die Glocke durchfließt. Von großem Interesse sind sicherlich die Bemerkungen, die Mousson an dieser Stelle über die Bedeutung des Druckes bei losen Kontakten macht. Ist der Druck gleich 0, so findet kein Stromdurchgang statt; bei schwachem Druck findet eine mechanische Berührung statt, aber das Galvanometer wird noch nicht betätigt, weil die Berührung nicht galvanisch ist. Durch die an der Oberfläche adhärierende Luft wird die galvanische Berührung verhindert. Wird der Druck vermehrt, so findet beiderlei Berührung statt, doch bleibt der Druck stets variabel, weshalb das Galvanometer schwankt.

Damit war eigentlich schon die große Bedeutung des Druckes betont, die, wie wir gesehen haben, du Moncel 1856 erkannte, so daß Mousson — in gewisser Beziehung — die Priorität zukommt.

Wir wollen nicht unterlassen, zum Schluß darauf hinzuweisen, daß Tanner noch einen Schritt weitergegangen ist, indem er darauf hinwies, daß Munck of Rosenschöld[2]) die Priorität der Entdeckung gebührt, daß der elektrische Widerstand von Kohlepulver durch Druck variiert werden kann; demselben wird übrigens auch die Priorität hinsichtlich des Einflusses von elektrischen Entladungen auf die Leitfähigkeit von Pulvern aus leitenden Substanzen zugeschrieben.[3]) Munck of Rosenschöld[4]) zeigte, daß die Größe des Widerstandes für elektrische Flaschenentladungen von der verschiedenen Packung des Kohlepulvers abhing; die Ursache wird freilich nicht erörtert.

Im Jahre 1879 hat Hughes bereits den Einfluß der Funkenentladung auf Mikrophonwiderstände benutzt, um auf 400 m drahtlos zu telegraphieren.

Die falsche Deutung dieser Versuche, als auf Induktion beruhend, hielt Hughes damals von einer Publikation ab.[5])

12. Schluß.

Hiermit ist unsere Übersicht beendet.

Wir hatten beabsichtigt, eine möglichst umfassende Übersicht über Verwendung und Verwendbarkeit loser Kontakte zu geben.

[1]) s. Abbildung in Mousson, Physik auf Grundl. d. Erfahr. 1874 Bd. 3 p. 412, Fig. 912.

[2]) El. Review 27 p. 279.

[3]) s. Righi u. Dessau, Telegraphie ohne Draht 1903 p. 203.

[4]) Pogg. Ann. 34 p. 437 1835.

[5]) s. Righi u. Dessau, ebendas. p. 204.

Wir wissen recht wohl, daß eine erschöpfende Aufzählung damit nicht geliefert ist, doch hoffen wir durch die reiche Quellenangabe die geeignete Basis für weitere eventuelle Nachforschung geliefert zu haben. Wir konnten nicht alle Literaturangaben prüfen, sondern mußten uns vielfach auf Referate verlassen. Hoffentlich ist es uns gelungen, zu der Erkenntnis beizutragen, daß das Mikrophonprinzip bereits treffliche Dienste in umfangreichen Verwendungen mannigfacher Art geliefert hat; daß es bei den raschen Fortschritten der Feinmechanik noch manche Dienste leisten wird zur Erweiterung des Meßbereichs unserer Instrumente, scheint uns eine begründete Hoffnung. Solange mit der großen Empfindlichkeit des Mikrophonkontaktes eine starke Abhängigkeit von störenden Nebeneinflüssen verbunden ist, wird freilich das quantitative Verfolgen geringer Wirkungen hinter der qualitativen Demonstration zurücktreten müssen. Hier ist es, wo die verbesserte Feinmechanik einzusetzen hat.

Januar 1906.

Hamburg, **Physikalisches Staatslaboratorium**

und

Karlsruhe, **Physikalisches Institut der Technischen Hochschule.**

Eingegangen am 20. März 1906.

Registrierballonaufstiege in Hamburg
vom April 1905 bis März 1906.

Von Dr. ***Paul Perlewitz,***
wissenschaftlicher Hilfsarbeiter bei der Deutschen Seewarte.

Mit 5 Tafeln und 1 Abbildung im Text.

I. Einleitung.

Die internationalen Tage und die Beteiligung Hamburgs.

Auf dem Meteorologenkongreß in Paris, im September 1896, traten einige Mitglieder der Versammlung zu einer Neugründung „der Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt" zusammen, deren Aufgabe die Erforschung und das Studium der höheren Luftschichten sein sollte.[1]) Ihre erste besondere Zusammenkunft hatte diese Kommission im Jahre 1898 in Straßburg, wo es galt, sich weiter zu organisieren und die zu erledigenden Aufgaben genauer festzulegen. Spezialisiert und erweitert wurde das Programm auf den folgenden Versammlungen, die 1900 in Paris, 1902 in Berlin, 1904 in St. Petersburg und 1906 in Mailand stattfanden.

Als eine ihrer Hauptaufgaben sieht die internationale Kommission die Ausführung von möglichst vielen gleichzeitigen internationalen Aufstiegen von bemannten und unbemannten Ballons und Drachen an, um den gleichzeitigen meteorologischen Zustand der gesamten Atmosphäre über einem größeren Raum kennen zu lernen.

Allmonatlich an jedem ersten Donnerstag finden die Aufstiege seit Dezember 1900 von all den Instituten Europas, die dafür eingerichtet sind, statt. Es beteiligen sich mehr oder weniger regelmäßig in Deutschland: Barmen, Berlin, Friedrichshafen, Hamburg, Lindenberg bei Beeskow, München, Straßburg; im übrigen Europa: Pavlowsk bei St. Petersburg, Moskau (Koutshino), Wien, Zürich, Rom, Madrid, Paris, Trappes, Itteville, Chalais-Meudon, Bath bei Bristol, Guadalajara und endlich Blue Hill (U. S. A.).

In Hamburg hat sich die Deutsche Seewarte zwar schon seit 1900

[1]) Vergl. Protokoll der 3. Versammlung der Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt. Straßburg 1903. S. 16 u. ff.

tunlichst durch Drachenaufstiege[1]) an den „internationalen Tagen“ beteiligt, allein erst seit Gründung ihrer Drachenstation in Groß Borstel[2]) im April 1903 konnte diese Beteiligung regelmäßig werden.

Im April 1905 sollte das Programm der Beteiligung an den internationalen Tagen von seiten Hamburgs noch erweitert werden und zwar durch unbemannte Ballonaufstiege. Dies wurde dadurch ermöglicht, daß dem Hamburgischen Physikalischen Staatslaboratorium, welches gemeinsam mit der Deutschen Seewarte die Vorbereitungen dazu in die Hand nahm, die Mittel für die Aufstiege staatsseitig zur Verfügung gestellt wurden. Das Personal wurde teils vom Staatslaboratorium, teils von der Seewarte gestellt.

Nach den Beschlüssen der Versammlung der internationalen Kommission in St. Petersburg im Jahre 1904 sollten neben den monatlich einmaligen internationalen Beobachtungen solche an drei aufeinander folgenden Tagen durch Ballon- und Drachenaufstiege ausgeführt werden, um auch die Veränderungen der meteorologischen Verhältnisse in der gesamten Atmosphäre — also die ganze große Maschine der meteorologischen Erscheinungen — kennen zu lernen, um ferner die Veränderungen in der Höhe mit denen am Erdboden vergleichen zu können, und um überhaupt hierdurch in der Erkenntnis und Erklärung über das Entstehen und Vergehen der Witterungserscheinungen weiter zu kommen.

Auf der Versammlung in Mailand, im September 1906, wurde das Programm der internationalen Kommission dahin erweitert, daß hinfort solche intensiven dreitägigen internationalen Beobachtungen in vier Monaten des Jahres stattfinden sollten.

Im Jahr 1905 gab es zweimal, im April und August, solche aufeinander folgende internationale Tage und zwar vom 4. bis 6. April und vom 29. bis 31. August. Diese letzteren Tage wurden anläßlich der am 30. August stattfindenden totalen Sonnenfinsternis gewählt, vor allem, weil an diesem Tage von den Astronomen, für die der Tag ohne weiteres international in unserem Sinne ist, und von den Expeditionen, die in das Gebiet der totalen Verfinsterung nach Spanien und Algerien, Kanada und Arabien gesandt worden waren, ohnehin schon neben den astronomischen auch meteorologische Beobachtungen in großem Umfange gemacht wurden. Eine wesentliche Bedeutung kann diesem Zusammenlegen des aeronautischen internationalen Tages mit dem Tage der Sonnenfinsternis indessen nicht beigelegt werden, wenn auch durchaus nicht behauptet werden soll, daß solch Zusammenlegen von keinerlei Nutzen sein kann.

[1]) Die Windverhältnisse gestatten an 75% aller Tage Drachenaufstiege zu machen. Vergl. Jahresbericht der Deutschen Seewarte 1904 und 1905.

[2]) W. Köppen, Die Drachenstation der Deutschen Seewarte, Annalen der Hydrographie usw. 1906. Heft II und III.

II. Übersicht über die Registrierballonaufstiege vom April 1905 bis März 1906.

1. Aufstiegsort.

Die Registrierballons, auch Ballons sondes genannt, wurden in der ersten Zeit, von April bis Juni, vom Physikalischen Staatslaboratorium aus hochgelassen. Da die räumlichen Verhältnisse, die hohen Gebäude, Telephondrähte und Bäume ringsum die Auflassung und die für das Studium der Winde in der Höhe überaus wertvolle Verfolgung und Beobachtung des Ballons mittels Theodoliten[1]) sehr erschwerten, wurden nach Anbau einer Ballonhalle an das Stationsgebäude der Drachenstation der Deutschen Seewarte in Groß Borstel vom Juli 1905 an von dort und dem freien Drachenfelde aus die Ballonaufstiege ausgeführt.

Es soll nun zunächst, bevor wir uns mit den speziellen Ergebnissen näher befassen, ein allgemeiner Überblick über sämtliche Registrierballonaufstiege gegeben werden, die im Laufe des ersten Jahres dieser Tätigkeit der Deutschen Seewarte gemeinsam mit dem Hamburgischen Physikalischen Staatslaboratorium gemacht worden sind.

2. Tabellarische Übersicht der Aufstiege. (Tabelle 1.)

Die Tabelle 1 zeigt uns alles Bemerkenswerte über die Aufstiege, die dabei herrschenden meteorologischen Verhältnisse und die Wege, die die Ballons eingeschlagen haben. Insbesondere ist hervorzuheben, daß von den 15 Aufstiegen vom April 1905 bis März 1906, die, mit Ausnahme des Aufstieges vom 10. Mai, an internationalen Tagen stattfanden, nicht ein einziger Ballon oder Instrument verloren gegangen ist. Teisserenc de Bort in Paris und Assmann in Lindenberg geben ihre Verluste an Ballon sonde-Instrumenten nach mehrjährigen Erfahrungen zu 5 bis 10% an[2]). Für Hamburg hat das erste Ballonjahr in dieser Hinsicht äußerst günstig abgeschnitten, da hier der Nähe des Meeres und zahlreicher Süßwasser- und Moorflächen wegen auf einen größeren Verlust gerechnet wurde. Es ist allerdings bemerkenswert, daß der am 11. Mai aufgelassene Ballon lange Zeit für verloren galt, da er erst nach anderthalb Jahren, im Oktober 1906, in einem Moor aufgefunden wurde. Bis auf das durchgerostete Barometerrohr ist sowohl das Instrument — Teisserenc de Bort Nr. 288 — als die aufgezeichnete Barometerkurve gut erhalten; in 7,5 km Höhe ist die Uhr stehen geblieben. Eine Temperaturkurve ist leider nicht zu erkennen, daher mußte auch die Darstellung dieses Aufstieges auf Tafel 1 fehlen.

[1]) Vergl. die Anmerkung auf Seite 83.

[2]) Teisserenc de Bort gab auf der St. Petersburger Konferenz 5% Verlust an.

Tabelle 1.

Die Registrierballonaufstiege in Hamburg

Datum der Aufstiege	I. 5. April 1905	II. 6. April	III. 10. Mai	IV.[11]) 11. Mai	V. 7. Juni	VI. 6. Juli
Zeit des Aufstiegbeginns	$8^h\ 0'$ V.	$8^h\ 20'$ V.	$8^h\ 10'$ V.	($8^h\ 15'$)V.	$7^h\ 59'$ V.	$8^h\ 20'$ V.
Zeit der größten Höhe	9 30	8 30	8 43	(9 12)	8 44	8 53
Zeit der Landung	10 45	8 40	9 9	(10 9)[4])	9 29	9 15
Dauer in Minuten des Aufstiegs / des Abstiegs	90 / 75 ($2^h\ 45'$)	10 / 10 ($20'$)	33 / 26 ($59'$)	(57) / 57 ($1^h\ 54'$)	45 / 45 ($1^h\ 30'$)	33 / 22 ($55'$)
Landungsort	Freiheit b. Wittstock a. d. D.	Kirchwärder	Mechtersen b. Lüneburg	Altenmedingen b. Lüneburg	Neugraben b. Harburg	Grünhagen b. Lüneburg
Seine Entfernung vom Aufstiegsort, km	170	24	51	68	18	63
Seine Richtung[1]) = mittlere Windrichtung in der durchflogenen Luftschicht	N 62° W	N 28° W	N 35° W	N 37° W	N 30° O	N 32° W
Mittlere Horizontal(Wind)geschwindigkeit[2]) m. p. s.	17	21	14	10	3.3	19
Windrichtung und -geschwindigkeit am Aufstiegsort m. p. s.	W, 9	N 45° W, 12	N 67° W, 5	S 67° W, 6	N 45° O, 5	N 22° W, 5
Azimut(Wind[3])änderung mit der Höhe	+[10]) 28°	+ 17°	+ 32°	+ 60°	— 15°	— 10°
Größte erreichte Höhe, m	12 400	730	3000	(17 000)[4])	4700	5840
Vertikalgeschwindigkeit des Ballons m. p. s. beim Aufstieg	2.3	1.2	1.4	(4.9)	1.7	3.0
Vertikalgeschwindigkeit des Ballons m. p. s. beim Abstieg	2.8	1.2	1.7	—	1.7	4.4
Wolkenform und -höhe, m	ni, 350	ni, 900	str cu, 700	str, >2000	str cu, 500	cu —
Bewölkung (0—10)	10	9	10	8	10•	6
Relative Feuchtigkeit der Luft unten, %	89	80	80	78	81	75

[1]) Die Richtung ist nach Art der Windrichtungsangabe, also als Ergänzung des eigentlichen Azimuts zu 180°, gegeben, um sie mit der Windrichtung am Erdboden, zwei Reihen darunter, leichter vergleichen und die Änderung mit der Höhe besser erkennen zu können.

[2]) Die Zahlen dieser Reihe geben die Quotienten von Flugdauer und gradliniger Entfernung des Fundortes vom Aufstiegsort. Sie sind nur dann gleich der mittleren Windgeschwindigkeit in der durchflogenen Schicht, wenn sich, konstante Aufstieg- und konstante Abstieggeschwindigkeit vorausgesetzt, das Azimut während der ganzen Fahrt nicht geändert hat. Ist Änderung im Azimut vorhanden, wie meist der Fall (vergl. die Reihe vorher und nachher), so sind die tatsächlichen mittleren Windgeschwindigkeiten größer als die gegebenen Zahlen.

[3]) Die wirkliche Winddrehung mit der Höhe ist erheblich größer als die angegebenen Gradzahlen, die nicht die Drehung des Höhenwindes in einer bestimmten, möglicherweise größten, Höhe gegen den Wind am Erdboden, sondern nur die mittlere Drehung der gesamten Luftschicht gegen unten angeben.

[4]) Die eingeklammerten Zahlen konnten nicht mit demselben Grad der Genauigkeit ermittelt

von April 1905 bis März 1906.

VII. 29. August	VIII. 30. August	IX. 31. August	X. 5. Oktober	XI. 9. November	XII. 7. Dezember	XIII. 4. Januar 1906	XIV. 1. Februar	XV. 1. März	Mittel[9])
$8^h 42'$ V. 9 59 10 21	$8^h 40'$ V. 9 44 10 38	$8^h 2'$ V. 9 22 10 52	$8^h 29'$ V. (8 46) 9 3)	$8^h 7'$ V. (9 12) (10 17)	$8^h 22'$ V. (9 53) 11 40	$8^h 31'$ V. 9 40 10 24	$8^h 24'$ V. 9 10 9 56	$8^h 36'$ V. 9 27 10 11	$8^h 19'$ V. 9 18 10 9
77 22 } $1^h 39'$	64 54 } $1^h 58'$	80 90 } $2^h 50'$	(17) 17 } $34'$	65 65 } $2^h 10'$	101 101 } $3^h 20'$	71 44 } $1^h 55'$	46 46 } $1^h 32'$	51 44 } $1^h 35'$	59 51 } $1^h 50$
Bark b. Segeberg	Neuenfelde a. d. Elbe	Ostedt b. Ülzen	Hoisbüttel	Henstedt b. Ulzburg	Gerbitz b. Bernburg a. d. S.	Schieren b. Segeberg	Pröttlin b. W.-Warnow	Gagel i. d. Altmark	—
42	14.5	90	15	20	227	44	113	132	76
S 26° W	N 45° O	N 29° W	S 53° W	S 4° W	N 31° W	S 30° W	N 73° W[7])	N 57 W[8])	—
7.1	2.1	9.0	(7.5)	(2.6)	19	6,5[5])	21	23.3	11.5
S, 4	still	N 45° W, 7	S 45° W, 9	N 22° W, 4	S, 8	S 22° O, 5	S 45° W, 10	W, 9	—, 6.1
+ 26°	—	+ 16°	+ 8°	24 ± 180°	+ 149°	+ 52°	+ 62°	+ 33°	+[10]) 37°
17 400	16 400	12 000	3160	15 550	18 000	12 600	12 450	15 100	11 830
3.8 13.2	4.3 5.1	2.5 2.2	(3.1) (3.1)	3.7 —	3.3 (2.8)	3.2 4.8[6])	4.5 4.5	4.9 5.7	3.3 4.3
ni, 400	al str / cu, 4000 / 900	⊙	str / ni, 1000 / 450	str, 300	ni, 500	ni•, 540	str, 800	cu, 1400	—
10•	10	0	10	6	10	10	10•	7	8
95	90	60	91	98	87	88	96	98	86

werden wie die übrigen Zahlen, da entweder das Barogramm oder das Thermogramm ungenau oder auch die Uhr während des Aufstiegs stehen geblieben war.

[5]) Über 6000 m Höhe nur 3,0 m. p. s.; darunter 8,1 m. p. s.

[6]) Von 8000 m Höhe bis zum Erdboden 9,5 m. p. s. Fallgeschwindigkeit.

[7]) Vom Erdboden bis zur Wolkenhöhe (800 m) S 69° W.

[8]) Vom Erdboden bis zur Wolkenhöhe (1400 m) N 60° W.

[9]) Bei der Mittelbildung ist der bei sehr stürmischem Wetter mißlungene Aufstieg vom 6. April (Nr. II) nicht mit berücksichtigt.

[10]) + bedeutet eine Richtungsänderung mit der Höhe im Sinne des Uhrzeigers, — die entgegengesetzte Drehung.

[11]) Dieser Aufstieg konnte auf Tafel 1 nicht dargestellt werden, da eine Temperaturkurve nicht aufgezeichnet war.

3. Platzen des Ballons.

Es sei hinsichtlich der Ausführung der Aufstiege daran erinnert, daß zunächst ein Gummiballon von etwa 1,5 bis 2 m unausgedehntem Durchmesser mit Wasserstoff gefüllt wird, der in eisernen Bomben auf 150 Atmosphären komprimiert im Handel zu haben ist. Die Bomben fassen etwa 5 cbm von dem Gas, das man langsam durch ein Ventil in den Ballon einströmen läßt. Da 1 cbm Wasserstoffgas 0,1 kg, 1 cbm Luft aber 1,3 kg wiegen, so wird ein mit 1 cbm Wasserstoff gefüllter Ballon, der auch 1 cbm Luft verdrängt, noch 1,2 kg Last heben können; ein Ballon von 2 m Durchmesser, oder 4 cbm Inhalt, wird demnach 4,8 kg Auftrieb besitzen. Über den fest zugebundenen Ballon wird dann ein Fallschirm aus dünner Seide gestülpt, von dessen Rand aus acht dünne Schnüre von 10 m Länge nach dem daran hängenden, gut durch Korbgeflecht gegen äußere Stöße geschützten Instrument führen, das vom Ballon mit hochgetragen werden soll. Im Instrument wird der Luftdruck und damit die Höhe, die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit auf einer sich drehenden Trommel fortlaufend während des ganzen Aufstiegs in Kurvenform aufgezeichnet. Instrument, Gummiballon, Fallschirm und Schnüre wiegen zusammen nur etwa 2 kg, so daß noch mehr als 2 kg Auftrieb verbleiben, die den losgelassenen Ballon zu schnellem Emporsteigen zwingen. Je höher der Ballon kommt, desto geringer wird bekanntlich der Luftdruck außen gegenüber dem Innendruck, sodaß sich der Gummiballon mehr und mehr ausdehnt, bis er schließlich platzt. Das Gas entweicht im Augenblick und das Instrument fällt, am Fallschirm hängend, zur Erde nieder; es wird dann gefunden und gemäß den beigegebenen Anweisungen dem Institut zurückgesandt.

Anstatt des Fallschirms benutzt man auch, besonders bei Registrierballonaufstiegen auf dem Meere, wo man sonst das Instrument nicht wiederfinden würde, einen zweiten, weniger stark gefüllten Ballon, der nach dem Platzen des Hauptballons ebenso wie ein Fallschirm wirkt, und nach dem Fall des Instruments als Marke zum Wiederauffinden dient.

Die ersten fünf Aufstiege (Tabelle 2) sind mit zwei Gummiballons gemacht, deren Durchmesser in unausgedehntem Zustande etwa 120 cm betrug. Wahrscheinlich ist keinmal (bei Aufstieg IV unbestimmt, siehe II 2.) das vorschriftsmäßige Platzen des einen der beiden Ballons eingetreten[1]). Neben dem stürmischen und regnerischen Wetter, das ungünstigerweise grade an den Tagen herrschte, ist wohl der zu geringe

[1]) Die Methode der Tandemballons, die auf der Forschungsreise S. M. S. „Planet“ in bisher größtem Umfang betrieben wird, vgl. Annalen der Hydrographie etc. 1906. IV u. f., wurde zuerst von Hergesell (vgl. „Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre“, Sträßburg 1905, S. 200) und von Kusnezow angewandt. Vgl. auch L. Palazzo, Primi Esperimenti di Palloni-sonde in Italia, Roma 1904.

Auftrieb der Ballons infolge zu geringer Füllung Schuld daran gewesen. Die Aufstieggeschwindigkeit betrug, wie aus der Tabelle 1 ersichtlich ist, nur 1,2 bis 2,3 m. p. s. Diese Geschwindigkeit genügt also anscheinend nicht, um ein Platzen des Ballons in der Höhe zu bewirken, wenigstens bei der Güte der verwendeten Ballons, da das Wasserstoffgas zu schnell durch die Poren und kleineren Löcher entweicht und der Ballon dadurch mit der Zeit seinen Auftrieb mehr und mehr verliert[1]). Bei den späteren Aufstiegen wurde nur ein Ballon von etwa 150 cm unausgedehntem Durchmesser, also von etwa doppeltem Inhalt wie die ersten, genommen und ihm größerer Auftrieb gegeben. Der Ballon platzte dann auch vorschriftsmäßig in der Mehrzahl der Fälle (Nr. VI, VII, VIII?, IX, XII?, XIV, XV), so daß das Instrument am Fallschirm, am 29. August, aus etwa 17000 m Höhe sogar mit 13,2 m. p. s., glücklicherweise ohne Schaden zu nehmen, herunterfiel.

4. Erreichte Höhe.

Bis auf den Aufstieg vom 5. Oktober (Nr. X), an dem sehr stürmisches und regnerisches Wetter herrschte, und der Ballon wahrscheinlich gleich im Anfang durch Regen und Eisbildung am Ballon und an den herabhängenden langen Schnüren, an denen das Instrument am Fallschirm hängt, sehr beschwert wurde, so daß er sehr bald, ohne zu platzen, wieder fiel und das Instrument während einer stürmischen Schleiffahrt stark beschädigte, gelangen die Aufstiege vom August an sehr gut; es wurde meist die Höhe von 9000 bis 10000 m, die man als kritische bezeichnen könnte und die uns im folgenden noch besonders beschäftigen wird, weit überschritten. Die mittlere Höhe der 10 über 12000 m hoch gehenden Aufstiege betrug 14,5 km; der höchste Aufstieg war am 7. Dezember mit etwa 18 km Höhe.

5. Der zurückgelegte Weg.

Der horizontale Weg, den die Ballons zurückgelegt haben, hing naturgemäß in Richtung und Geschwindigkeit vom jeweiligen Winde ab. Dieser zeigte in der Höhe in den meisten Fällen gegen die untere Richtung eine Abweichung um zwei bis drei Strich nach rechts; eine Ausnahme hiervon bildeten nur Aufstieg XI und XII (siehe unten). Die Dauer der Fahrt betrug bei den 10 höheren Aufstiegen anderthalb bis drei Stunden.

[1]) Seit Sommer 1906 werden Ballons, die aus besserem Gummi hergestellt sind und nicht so viel Löcher zeigen, von Paturel-Paris benutzt, während früher die Ballons von der Kautschuk- und Guttapercha-Gesellschaft aus Hannover bezogen wurden.

Die Lage sämtlicher Landungsorte, in bezug auf Richtung und Entfernung vom Aufstiegsort, ist in nebenstehender Figur dargestellt; die punktierten Linien führen zu den 5 Aufstiegen, die weniger als 6000 m (im Mittel 3500 m) Höhe erreicht haben. Aufstieg XII hat mit 227 km den weitesten Weg erreicht.



6. Die Fahrt des Ballons am 9. November.
(Tafel 2.)

An diesem Tage konnte der Ballon bei schwachem Nordnordostwind 10 Minuten lang, bis 2000 m Höhe, verfolgt werden, er verschwand dann hinter Wolken im Azimut S 45° W unter dem Höhenwinkel von 30°, so daß er bis dahin in horizontaler Projektion 3,5 km nach SW zurück gelegt hatte. Gefunden wurde er jedoch 20 km vom Aufstiegsort entfernt in N 4° E! Die mittlere Windrichtung in 2 bis 14 km Höhe — so hoch flog der Ballon bei diesem Aufstieg — war also an dem Tage SSW, fast entgegengesetzt der Nordostrichtung der unteren 2000 Meterschicht. In der Höhe muß also schon das vom Ozean, vom westlichen Irland, heranrückende Minimum (vgl. Tafel 2) für die Luftzirkulation maßgebend gewesen sein, während unten das Minimum über Kontinentaleuropa die Wetterlage beherrschte.

7. Die Fahrt des Ballons am 7. Dezember. (Tafel 2.)

Noch interessanter ist der Aufstieg vom 7. Dezember. Bei kräftigem Südwind wurde der Ballon aufgelassen; schon nach drei Minuten verschwand er in den Wolken. Man erkannte an seiner Bewegung, daß in 600 m Höhe der Wind mit großer Stärke aus Südwest wehte; darüber bis mindestens 1200 m wehte ebenfalls Südwestwind, aber mit etwas geringerer Stärke, wie aus dem gleichzeitigen Drachenaufstieg ersehen wurde. Drei Stunden dauerte an dem Tage Auf- und Abstieg des Ballons.

Er landete, mit frischem Südwind aus Süden herangetrieben, in Gerbitz bei Bernburg an der Saale! Der Ballon muß demnach innerhalb weniger als drei Stunden einen Weg von mindestens 250 km nach Süden, genauer nach Süd zu Ost, zurückgelegt haben. Hieraus erhalten wir für die Höhe von über 2000 m eine mittlere Windgeschwindigkeit von mehr als 20 m. p. s. Auf der bekanntlich für Meereshöhe gezeichneten Wetterkarte (vgl. Tafel 2) von diesem Tage würde dieser Nordwind eine dem Gradienten genau entgegengesetzte Windrichtung bedeuten. Wir müssen daraus schließen, daß es an dem Tage in der Höhe in Ostdeutschland und Rußland sehr viel kälter gewesen sein muß, als über West- und Nordwesteuropa, um den stürmischen Nordwind oben durch eine Verlagerung des Minimums weit nach Osten hin erklären zu können, denn allein der Zentrifugalbewegung der Luft in der Höhe des Wirbels können wir ein so starkes Abströmen des Windes nicht zuschreiben. Die Ballonaufstiege an andern Orten von demselben Tage werden uns vielleicht nähere Auskunft bringen, wenn sie in den „Veröffentlichungen der Internationalen Kommission in Straßburg" erschienen sein werden.

Leider versagte die Registrierung der Federn des Instrumentes an diesem Tage 50 Minuten nach dem Beginn des Aufstiegs in einer Höhe von 9680 m. Nehmen wir gemäß andern Beispielen, bei denen der Ballon ebenfalls nicht geplatzt ist, eine gleichbleibende Vertikalgeschwindigkeit für Auf- und Abstieg an, so muß der Ballon etwa 18 000 m hoch geflogen sein.

8. Die Thermohypsen der Aufstiege. Graphische Übersicht. (Tafel 1.)

Auf Tafel 1 sind die Thermohypsen sämtlicher 15 Registrierballonaufstiege graphisch dargestellt, als Ordinaten die Höhen, als Abszissen die Temperaturen genommen, die für jeden folgenden Aufstieg um 30 mm, oder 30°, nach rechts verschoben sind. Wo die Temperaturen der Abstiege gut registriert waren, sind auch diese als gestrichelte Linie eingezeichnet. Sie unterscheiden sich nicht wesentlich von den Aufstiegkurven und zeigen die Unstetigkeiten meist in gleichen Höhen und Dimensionen. Auf Kurve 13 ist beim Abstieg in 2600 m Höhe, auf Kurve 14 in 4200 m Höhe eine geringe Temperaturumkehr erkennbar, die beim Aufstieg noch nicht vorhanden war. Einen Einblick in die physikalisch-meteorologischen Ergebnisse der Aufstiege werden wir am besten bei der eingehenden Betrachtung einiger Spezialfälle gewinnen, wozu wir die drei aufeinanderfolgenden internationalen Tage im August wählen.

III. Die internationalen Tage vom 29. bis 31. August 1905.

1. Wetterlage und Witterung in Hamburg. (Tafel 2.)

a) Der 29. August.

Am 29. August lag ein Minimum unter 740 mm in der südlichen Nordsee, nahe westlich von Hamburg, so daß hier frische südliche und südwestliche Winde wehten.

Der Himmel war trübe, nimbus-Wolken erstreckten sich von 400 m an bis in große Höhen; sie wurden am Nachmittag nach 5 Uhr von Sonnenstrahlen, aber nur vorübergehend, durchbrochen.

b) Der 30. August.

Am 30. August war das Hauptminimum, das sich bis 735 mm vertieft hatte, nach der Ostsee, zwischen Memel und Südschweden, gewandert; ein flacher Ausläufer von 740 mm war zurückgeblieben und lag am Vormittag über Hamburg, wo, nach dem Ballon sonde-Aufstieg zu urteilen, bis in die größten Höhen, bis 16 km Höhe, Windstille oder sehr schwacher Nordost herrschte (vgl. S. 17 und Tabelle 1, VIII). Erst am Nachmittag verschmolz das Teilminimum mit dem Hauptminimum im Osten und setzten in Hamburg mäßige nordnordwestliche und nördliche Winde ein. Das Barometer stieg infolge des sich von Irland ausbreitenden Hochdruckgebiets.

Am Morgen waren nur hohe strato-cumuli am Himmel, in denen der Ballon in etwa 2500 m Höhe verschwand. Diese lösten sich jedoch bald auf und es bildeten sich noch am Vormittag die cumuli der Tagesperiode, die als cumulus und cumulo-nimbus-Wolken auch während des Nachmittags den Himmel zum größten Teil bedeckten; nach 6 Uhr wurde es klar.

c) Der 31. August.

Am 31. August rückte das Minimum von Memel weiter nach Osten und Nordosten, nach dem nördlichen Rußland. Das Maximum breitete sich von Irland nach Südosten über Frankreich aus, so daß die Winde bei nur noch wenig steigendem Barometer im Laufe des Tages von Nord bis Westnordwest zurückdrehten.

Um 11 Uhr vormittags bildeten sich an dem bis dahin wolkenlosen Himmel cumuli, die am Nachmittag nicht wieder verschwanden, sondern in massigere cumulo nimbus und stratus übergingen. Diese brachten uns am folgenden Tage Regen.

2. Übersicht über die Ballon- und Drachenaufstiege in Hamburg.

An allen drei Tagen gelang es, nachdem am Morgen je ein Registrierballon hochgelassen war, einen Drachenaufstieg, wenn auch am zweiten Tage erst am Nachmittag, bis in große Höhen zu bringen:

	Registrierballon	Drachen
Am 29. August	17 400 m hoch	3230 m hoch
„ 30. „	16 400 „ „	4800 „ „
„ 31. „	12 000 „ „	4440 „ „
	45 800 m hoch	12 470 m hoch.

Im ganzen wurden an den drei Tagen mit den Registrierinstrumenten 58 270 m Höhe durchlaufen.

3. Die Resultate aus den Drachenaufstiegen. (Tabelle 2.)

Die Ergebnisse der Drachenaufstiege sind in der Tabelle 2 zusammengestellt. Die schrägen Zahlen sind die Auswertungen der Abstiege.

Am 29. August gibt Auf- und Abstieg die gleichen Resultate.

Am 30. August, wo der Abstieg am späten Abend geschieht, ist es naturgemäß unten kälter und feuchter geworden; in der Höhe, in 3 bis 4000 m, ist es jedoch eher wärmer und trockener. Diese Änderung ist aber nicht, wie man vielleicht annehmen könnte, auf eine verspätete Tagesperiode in der Höhe zurückzuführen, da eine solche, besonders nach den neueren Untersuchungen des Aeronautischen Observatoriums in Lindenberg und der Gebrüder Wegener[1]) im Jahre 1905 und 1906, in diesen Höhen nicht mehr existiert, sondern durch eine im Laufe dieser Tage stattfindende allmähliche Erwärmung der Luftschichten aus irgend welchen Ursachen der Änderung in der Wetterlage zu erklären. Die Windstärke hat während des Aufstieges besonders in den mittleren Höhen von 1 bis 4000 m sehr zugenommen, was ebenfalls durch die fortschreitende Wetterlage und nicht durch die Tageszeit bedingt sein dürfte.

Am 31. August ist es während des Abstieges wärmer als während des Aufstieges und oben auch etwas trockener. Der Wind dreht im Laufe des Vormittags langsam, in den untersten Schichten zuerst, von Nordwest nach Westnordwest zurück, wie überhaupt ein Zurückdrehen des Windes in unsern Breiten meist von der untersten erdnahen Schicht auszugehen scheint, während ein Ausschießen sich stets in der Höhe zuerst bemerkbar macht.

Im Laufe der zwei Tage ist die Temperatur in der ganzen Luftsäule, wenigstens bis 3200 m Höhe, um 2° bis 3° gestiegen, die

[1]) Vergl. die Anmerkung des unter Tab. 3 zitierten Berichts von Dr. K. Wegener.

Tabelle 2.

Drachenaufstiege in Hamburg-Groß Borstel.

Datum	29. August 1905					30. August 1905						31. August 1905					
Zeit	9^h a — $1^{3}/_{4}$ p					$3^{3}/_{4}{}^h$ p — $9^{1}/_{4}$ p						$9^{1}/_{4}{}^h$ a — $2^{1}/_{4}$ p					
Höhe	Temperatur		Feucht.		Wind	Temperatur		Feucht.		Wind		Temperatur		Feucht.		Wind	
unten	13.5	*13.5*	95	*97*	S 4	16.8	*12.8*	73	*87*	NNW 4	*NNW 4*	15.5	*17.4*	60	*63*	NW 7	*WNW 7*
200	12.4		97	*97*	SSW 9	14.7		74	*87*	N 7		12.9	*15.2*	62	*66*	NW 12	*WNW 8*
500	10.0		100	*97*	SSW 15	12.0	*10.8*	78	*87*	N 10	*NW 10*	10.4	*12.6*	70	*70*	NW 14	*NW 10*
1000	6.8	*7.0*	99	*97*	SW 16	8.3	*6.4*	85	*86*	N 11	*NNW 16*	6.3	*8.0*	75	*75*	NW 19	*NW 10*
1160																	
1500	4.1	*4.2*	98	*97*	SSW 9	5.1	*1.2*	88	*86*	N 10	*N 17*	3.5	*3.6*	80	*78*	NNW 17	*NW 12*
1630												2.4		80			
1840												3.9	*0.3*	40	*80*		
2000	0.9	*1.4*	98	*98*	SSW 10	1.5	*1.5*	86	*48*	N 9	*N 18*	2.8	*3.1*	70	*46*	NNW 11	*NNW 16*
2100							*0.9*		*50*								
2150							*1.3*		*55*								
2200	0.5		98	*97*								1.6		75			
2250												1.9		60			
2400		*0.6*		*97*													
2500	—0.5	*—0.6*	98	*96*	SSW 10	—1.1	*—1.2*	84	*78*	N 10	*NNW 14*	1.2	*1.5*	20	*40*	NNW 12	*NNW 15*
2700							*—3.1*		*86*				*0.3*				
2750							*—2.8*		*50*				*0.6*				
2850							*—2.8*		*50*								
2950							*—3.3*		*60*								
3000	4.0	*—3.8*	97	*96*	SSW (11)	—3.5	*—2.7*	78	*50*	N 10	*NNW 13*	—1.6		30	*15*	NNW 12	*NNW 13*
3230	5.1		97		SSW (11)												
3500						—6.8		80	*50*	N 11	*NNW 14*	—5.3	*—3.3*	40	*5*	NNW 12	*NNW 13*
3550												—4.5					
3900							*—9.2*		*70*		*NNW 15*		*—6.2*				
4000						—8.9	*—8.5*	77	*80*	N 14	*NNW 14*	—7.1	*—5.5*	3	*1*	NNW 12	*NNW 12*
4440												—9.2		1		NNW 12	
4500						—10.6	*—10.7*	78	*78*	N 17	*N 17*						
4800						—12.2		78		N 18							

	29. August 1905	30. August 1905			31. August 1905	
Dauer des Aufstiegs	114'	162'			192'	
Dauer des Abstiegs	*178'*	*180'*			*139'*	
Dauer des Auf- und Abstiegs	292' = 4^h 52'	342	5^h 42		331' = 5^h 31'	
Länge des benutzten Drahtes, m	9100	9500			10650	
Mittlere Wind richtung	SSW	N	NNW		NNW	NW
Mittlere Wind geschwindigkeit	11.5	11.4	*11.1*		13.3	*12.3*
Vertikalgeschwindigkeit m. p. s. Aufstieg	0.47	0.49			0.59	
Vertikalgeschwindigkeit m. p. s. Abstieg	*0.32*	*0.45*			*0.53*	
Wolken form	ni	cu ni	str cu	al str	einzelne cu	
Wolken höhe	von 400 m an (Drachen beeist oben)	900—1500	2500—2700	von 4300	1200—1640 m	

Feuchtigkeit der Luft hat, besonders in der Höhe, stark abgenommen und dennoch bekommen wir in der darauffolgenden Nacht und am 1. September reichlichen Regen, der demnach auf Transport von Feuchtigkeit, und zwar aus den feuchteren westlichen Gegenden, zurückgeführt werden muß.

4. Die Beobachtung der partiellen Sonnenfinsternis.

Die Beobachtung der partiellen Sonnenfinsternis am 30. August war für Hamburg und Groß Borstel nicht besonders günstig. Schon der Beginn der Verfinsterung um $2^h\,13'$ war der Beobachtung durch Wolken entzogen. Zwei Minuten später zeigte sich auf den cu- und ci cu-Wolken im Abstand von 22° von der Sonne ein farbiger Sonnenring, als Halbkreis, nach dem Zenit zu geöffnet. Diese Erscheinung währte etwa eine Minute und wiederholte sich in der gleichen Weise sechs Minuten später. Um $1^h\,22'$ trat die Sonne aus den Wolken heraus, auf der rechten unteren Seite durch den Mond schon ein wenig abgedeckt. Um $1^h\,30'$ traten wieder cu vor die Sonne, deren zunehmende Verfinsterung man weiterhin von $1^h\,31'$ bis $1^h\,32'$ und von $1^h\,41'$ bis $2^h\,1'$ beobachten konnte, wo schon fast die Hälfte der Sonne durch den Mond verdeckt war. Später blieb sie hinter Wolken verhüllt. Um $2^h\,5'$ rückte ein dunkler cu ni aus Norden heran, der von $2^h\,6'$ bis $2^h\,12'$ schwachen Regen brachte. Die Temperatur sank infolgedessen, und wohl nicht infolge der Sonnenfinsternis, um 2°. Von $2^h\,43'$ bis $2^h\,46'$ und von $2^h\,55'$ bis $2^h\,56'$ fielen nochmals einige Regentropfen. Danach stieg die Temperatur wieder langsam von 16,4° auf 16,8°.

Ob infolge der partiellen Sonnenfinsternis hierselbst auf dem Erdboden eine Temperaturerniedrigung eingetreten ist, konnte bei diesem veränderlichen Wolkenhimmel und der Abkühlung durch Regen gerade zur Zeit der größten Verfinsterung nicht festgestellt werden. Jedenfalls würde die Erniedrigung bei gleichmäßiger Himmelsbedeckung nur wenige zehntel Grad betragen haben; in den Gebieten der totalen Verfinsterung beträgt dagegen bei hochstehender Sonne die Erniedrigung etwa 3°. Auch aus dem Thermogramm der Deutschen Seewarte ist eine Abkühlung nicht zu erkennen; eine solche fand vielmehr gerade vor 1^h und nach 3^h statt, während in der Zwischenzeit die Temperatur konstant blieb.

Es konnten von der Drachenstation aus zwei photographische Aufnahmen der verfinsterten Sonne gemacht werden.

5. Auswärtige Registrierballonaufstiege. (Tafel 3—5.)

Außer in Hamburg fanden an den internationalen Augusttagen vornehmlich in Lindenberg, in Straßburg und in Paris genaue Sondierungen der Atmosphäre statt, deren Ergebnisse in bezug auf die Tempera-

turen uns von der internationalen Kommission zur Verfügung gestellt wurden. Um die vier Orte miteinander zu vergleichen, betrachten wir die Ordinate wieder als Höhe, die Abszisse als Temperatur und tragen zunächst auf Tafel 3 die am 29. August gefundenen Höhentemperaturen für alle vier Stationen in dasselbe Koordinatensystem ein und erhalten in H die Zustandskurve der Temperatur über Hamburg, in L über Lindenberg, in S über Straßburg und in P über Paris. Tafel 5 gibt die entsprechenden Kurven für den 31. und Tafel 4 die Thermohypsen für den 30. August, zu denen sich noch die Münchener Kurve M gesellt.

6. Die Temperaturmessungen in der Höhe mittels Registrierballons.

a) Ventilation und Sonnenstrahlung.

Bevor wir aus den Temperaturkurven weitere Folgerungen ziehen, müssen wir uns vor allem darüber klar werden, mit welchem Grad von Genauigkeit wir es bei unsern Beobachtungen und Aufzeichnungen zu tun haben; ob die Temperaturangaben, die wir aus der Höhe mittels Registrierballons erhalten, so genau sind, daß ihre Verschiedenheiten an den verschiedenen Orten auch auf die Tatsachen und nicht auf ungenaue Temperaturregistrierungen oder Höhenbestimmungen zurückzuführen sind. Während die letzteren bei gut aufgezeichneter Kurve auf etwa 2 % genau angebbar sind, können die Temperaturaufzeichnungen sowohl durch zu geringe Ventilation des Thermometers gefälscht sein, indem sie den wahren Temperaturen nachhinken, als auch infolge der in der Höhe herrschenden enormen Sonnenstrahlung, falls der Aufstieg bei Tage geschieht, viel zu hohe Werte liefern.

b) Ventilation bei Temperaturmessung an der Erdoberfläche.

Nach Versuchen, die Assmann mit seinem Aspirationspsychrometer angestellt hat, muß dieses mit einem Luftstrom von etwa 2 m. p. s. ventiliert sein, damit man an dem der Sonnenstrahlung ausgesetzten mit doppeltem Strahlungsschutz umgebenen Thermometer die wirkliche Temperatur der Luft, unbeeinflußt von Strahlung, bis auf 0,1° genau erhält. Nun ist die Ventilation eines Thermometers gegeben, wie Assmann in seiner Arbeit über „das Aspirationspsychrometer" hervorhebt, durch die Menge der Luft, die in der Zeiteinheit an dem Thermometer vorbeistreicht. Diese ist nun aber gleich ihrer Dichte multipliziert mit der Geschwindigkeit. Da die Dichte bis etwa 800 m Höhe nur um $^{72}/_{760}$ also um etwa $^{1}/_{10}$ abnimmt, so kann der Einfachheit wegen und ohne erheblichen Fehler im Flachlande die Ventilation proportional der Geschwindigkeit gesetzt werden[1]. Als notwendige Geschwindigkeit

[1] Assmann, Das Aspirationspsychrometer, S. 161. Berlin 1892.

für den angegebenen Grad der Genauigkeit findet Assmann aus Versuchen, die er, um möglichst starke Strahlung zu haben, auf dem Säntis angestellt hat, 2,3 m. p. s. Nun liegt der Säntis 2500 m über dem Meere, die Dichte der Luft ist daselbst etwa $^{556}/_{760}$ der Dichte in Meereshöhe; es muß demnach hier — im Meeresniveau — schon ein Luftstrom von $^{556}/_{760} . 2,3 = 1,68$ m. p. s. genügen bei selbst gleicher Sonnenstrahlung wie auf dem Säntis. Aus den Messungen, die ebenfalls bei möglichst starker Sonnenstrahlung aber im Meeresniveau bei etwa 760 mm Druck angestellt sind, wird in der Tat eine geringere Geschwindigkeit als 2,3 m. p. s., nämlich gerade unser berechneter Wert von 1,7 m. p. s. für hinreichend gefunden[1]. Zur Erklärung hierfür braucht man also nicht die an der Erdoberfläche schwächere Sonnenstrahlung heranzuziehen.

c) Ventilation in 12 km Höhe.

Hiernach müßten wir beispielsweise für die Ventilation in 12 km Höhe, in der sich das registrierende Thermometer, am Ballon hängend, befinden möge, da der Luftdruck in dieser Höhe etwa 150 mm, also $^1/_5$ Atmosphäre beträgt, und falls wir die gleiche Genauigkeit der Temperaturangaben wie unten, auf 0,1°, erzielen wollten, eine Geschwindigkeit von $5 . 1,7 = 8,5$ m. p. s. fordern, die aber bei den Aufstiegen in Hamburg sowie auch bei denen an andern Instituten bei weitem nicht erreicht ist. Außerdem ist die Sonnenstrahlung in der Höhe erheblich größer als unten, so daß wir die Ventilationsgeschwindigkeit deswegen noch mehr vergrößern und den Strahlungsschutz, falls möglich, noch mehr verbessern müßten; andrerseits aber — und das ist für uns von wesentlicher Bedeutung — verlangen wir aus der Höhe nicht die Temperaturen bis auf 0,1° genau. Wir wären zufrieden, wenn die Thermographen auf $^1/_2$° bis 1° sichere Angaben lieferten.

d) Die für die zu fordernde Genauigkeit notwendige Ventilation.

Für das Meeresniveau ergibt sich nach Assmanns Psychrometer eine Genauigkeit der Temperaturangaben auf 0,5° schon bei 0,6 m Ventilationsgeschwindigkeit. In 12 km Höhe würde dieser Ventilation $5 . 0,6 = 3,0$ m. p. s. entsprechen. Da indessen der Schutz des Thermographen gegen die hier stärkere Sonnenstrahlung im Ballonapparat nicht so vollkommen erreicht werden kann, wie beim Aspirationspsychrometer, so muß der Temperaturfehler größer sein als 0,5°. Ein bestimmtes Maß läßt sich leider nicht angeben. Der Transmissionskoeffizient der Luft in unserer Breite ist bei hochstehender Sonne nach

[1] Assmann, Das Aspirationspsychrometer, S. 177.

Zenker etwa 0,7. In 12 km Höhe kann er nur wenig unter 1[1]) sein, und die Sonnenhöhe macht hier fast nichts mehr aus.[2]) Es ist also $\frac{1}{0,7} = 1,43$ das Verhältnis der Stärke der Sonnenstrahlung in der Höhe zu der maximalen Sonnenstrahlung hier unten. Wir müßten demnach statt 3,0 $3,0 \cdot 1,43 = 4,3$ m. p. s. Ventilationsgeschwindigkeit anwenden, um den der vermehrten Sonnenstrahlung in der Höhe entspringenden Fehler bis auf 0,5° zu beseitigen. Dabei haben wir angenommen, daß dieser Fehler durch eine der Sonnenstrahlung proportional — dem Transmissionskoeffizient umgekehrt proportional — zunehmende Ventilation aufgehoben wird. Es bliebe dann nur noch der Fehler zu beseitigen, der durch den im Vergleich zum Aspirationspsychrometer schlechteren äußeren Schutz verursacht würde. Vergleiche und Versuche hierüber, wenigstens am Erdboden, nämlich Aufzeichnungen des Ballonapparats sowohl im Schatten wie in starker Sonnenstrahlung, in beiden Fällen durch gleichförmige Bewegung oder Rotation gleichmäßig ventiliert, könnten uns wahrscheinlich in dieser Hinsicht schon einige, wenn auch bedingte, Aufschlüsse über diese letztgenannten Fehlergrenzen bringen.

e) Die Geschwindigkeit des Ballons beim Auf- und Abstieg.

Es fragt sich nun, einer wie starken Ventilation die Thermometer während der Aufstiege ausgesetzt sind. Durch die horizontale Fortbewegung ist, wenn man von dem gelegentlichen Kreisen des Instruments absieht, offenbar gar keine Ventilation vorhanden, denn diese Fortbewegung ist gleich der Geschwindigkeit des Windes, d. h. wie die ihn umgebende Luft selbst. Es bleibt also nur die Ventilation, die durch die vertikale Aufsteiggeschwindigkeit des Ballons bewirkt wird. Diese ist aber, wenn man dessen Auftrieb auch noch so groß macht, wegen des Luftwiderstandes begrenzt. Wäre der Ballon vollkommen elastisch und ließe er während seines Aufsteigens bis zu seinem Platzen kein Gas entweichen, so würde die Auftriebskraft dieselbe bleiben und die Vertikalgeschwindigkeit müßte sogar wachsen; denn der Luftwiderstand, der proportional der Dichte der Luft und dem Querschnitt des Ballons ist, nimmt nach oben hin ab, da die Dichte in der dritten Potenz abnimmt, während der Querschnitt nur im Quadrat zunimmt. In Wirklichkeit ist aber eine Zunahme der Vertikalgeschwindigkeit bei keinem der Aufstiege in Hamburg beobachtet worden; die Geschwindigkeit bleibt meist bis zur größten Höhe fast konstant;

[1]) Es ergibt sich bei hochstehender Sonne für den Transmissionskoeffizienten in 12 km Höhe $1 - \frac{1}{5}(1 - 0,7) = 0,94$. Da die Luft in der Höhe aber relativ noch weniger absorbierende feste Teilchen und Wasserdampf enthält als unten, so ist der Koeffizient noch näher an 1 als 0,94.

[2]) Vgl. S. 83, oben.

die genannten Bedingungen sind eben nicht erfüllt: der Gummi des Ballons ist weder vollkommen elastisch noch ohne Poren und Löcher. Tritt durch diese während des Aufstiegs das Gas allzuschnell nach außen, so verliert der Ballon noch schneller seinen Auftrieb, die Vertikalgeschwindigkeit wird bald kleiner, und der Ballon erreicht immer langsamer, zuletzt fast horizontal fortschwebend, seinen höchsten Punkt, den er ebenso langsam wieder verläßt. Ventilation ist in diesem Fall oben überhaupt nicht vorhanden, und wir erhalten gänzlich falsche, um 20 bis 30 und mehr Grad zu hohe Temperaturen, wie Aufstieg 1 und 9 offenbar zeigen (Tafel I). Auch 3 und 5 sind schon in geringer Höhe derartig beeinflußt.

Bleibt die Aufstieggeschwindigkeit etwa konstant, was nach vorliegenden Erfahrungen eintritt, wenn sie mehr als 3 m. p. s. beträgt, so kommt der Ballon auch zum Platzen, und das Instrument fällt, ohne nur zeitweise unventiliert zu sein, am Fallschirm (Aufstiege 5 bis 15) oder an einem zweiten kleineren nicht geplatzten Ballon, der wie ein Fallschirm wirkt, herab und zwar nach den Erfahrungen meist mit der Geschwindigkeit von 4 bis 5 m. p. s. (Nr. 6, 8, 14). Dünne Gazefallschirme lassen das Instrument schneller fallen (N. 7, 13, 15).

Die Aufstieggeschwindigkeit betrug in den günstigen Fällen 4 bis 5 m. p. s. Wesentlich größere Geschwindigkeit wird man überhaupt schwer erreichen können. Für sehr zweckmäßig und nicht zu schwierig für einen geübten Ballonfahrer würde ich es halten, wenn man vom Freiballon aus 4 bis 5000 m Höhe Registrierballons hoch ließe; es würde eine bedeutend größere Vertikalgeschwindigkeit und Höhe damit erreicht werden.

Eine größere Vertikalgeschwindigkeit als 5 m könnte man nach dem Platzen des Ballons beim Herabfallen des Instruments erreichen, indem man den Fallschirm sehr klein oder aus sehr dünner Gaze herstellt, wie dies bei einigen der Aufstiege hier geschehen ist. Die größte Geschwindigkeit, mit der bei einem der Hamburger Aufstiege das Instrument aus 17 000 m Höhe herunterfiel, war 13,2 m. p. s. Wahrscheinlich hat der Fallschirm versagt; das Instrument kam unbeschädigt in unsere Hände. Ein anderes Mal hat die Fußplatte des Instruments bei 9,5 m Fallgeschwindigkeit offenbar bei der Landung (Aufstieg 13) eine starke Durchbiegung erhalten. Die Aufzeichnungen waren in beiden Fällen gut.

f) Nachteile zu großer Vertikalgeschwindigkeit.

Andererseits müssen wir aber auch die Nachteile berücksichtigen, die eine zu große Vertikalgeschwindigkeit des Instruments für die Aufzeichnung zur Folge hat. Ein Registrierthermometer braucht, um die

Temperatur der umgebenden Luft anzunehmen, eine bestimmte Zeit, mindestens eine Minute, wie aus verschiedenen Versuchen festgestellt ist, bis der genügende Annäherungswert aufgezeichnet wird. Fällt nun das Instrument z. B. mit 12 m. p. s. durch die Luft, so hat es in einer Minute 720 m durchmessen, eine Höhendifferenz, in der sich die Temperatur schon um 7°, und bei Umkehrungen um weit mehr, geändert haben kann. Unsere aufgezeichnete Temperatur wird also der wirklichen erheblich nachhinken und die Maxima und Minima werden so abgeschwächt, daß sie quantitativ ganz falsche Resultate liefern; kleinere Unstetigkeiten werden überhaupt nicht bemerkt werden können.

g) Künstliche Ventilation.

Ein anderer Weg, stärkere Ventilation in der Höhe zu erreichen, besteht darin, einen künstlichen Ventilator mit Feder- oder elektrischem Antrieb am Thermometer anzubringen,[1] wie es Assmann bereits versucht hat. Doch hinderte das große Gewicht des Aspirators bisher seine praktische Anwendung, zumal wegen der Luftverdünnung oben, wenn der Aspirator oben ebensoviel Luft in Bewegung setzen soll, er sehr groß sein und überaus schnell laufen müßte. Etwa eine Stunde nach dem Aufstieg des Ballons, wenn dieser in die Höhe von über 10 km gekommen ist, müßte der Aspirator durch Uhrauslösung in Tätigkeit gesetzt werden; es würde fürs erste schon genügen, wenn das Thermometer nur während einiger Minuten stärker ventiliert würde, um zunächst den Unterschied gegen die Aufzeichnung vor- und nachher festzustellen.

Eine zweite, besonders von Teisserenc de Bort, angewandte sehr einfache künstliche Ventilationsmethode beruht darauf, den Ballon, der bei Teisserenc de Bort aus Papier ist, nicht kugelförmig, sondern länglich zu bauen. Beim Aufstieg rotiert er, bei richtiger Anbringung des Instruments, schraubenförmig ansteigend und setzt dadurch das an ihm hängende Instrument in kreisende Bewegung. Man könnte diese Methode wohl auch mit Vorteil bei dickeren Gummiballons anwenden. Die Aufstieggeschwindigkeit würde durch diese Gewichtszunahme nur ganz unbedeutend verringert werden.

h) Nachtaufstiege und Aufstiege bei Sonnenuntergang.

Schließlich hätte man eine stärkere Ventilation überhaupt nicht so sehr nötig, wenn man, wie ich sehr wünschen möchte, wieder mehr zu Nachtaufstiegen überginge, die allerdings größere Umsicht und Vorsicht beim Füllen und Hochlassen des Ballons erfordern. Die Verluste werden kaum größer sein als bei Tagesaufstiegen, da die meisten Ballons

[1] Das Röhrenthermometer am Bosch-Registrierballon-Instrument würde wohl geeignet dafür sein.

doch erst nach dem Niederfallen gefunden werden. Bei unsern Aufstiegen ist nur dreimal das Fallen des Ballons gesehen worden.

Es ist durchaus nicht vorteilhafter die Registrierballons bei Sonnenaufgang, oder selbst eine Stunde eher, hoch zu lassen als um die Mittagszeit. Die Strahlung in 12 km Höhe ist von der Höhe des Sonnenstandes, sobald diese positiv ist, fast gar nicht abhängig, da sich oberhalb überhaupt nur noch ein Fünftel der Atmosphäre befindet, welches die Sonnenstrahlen absorbieren und dadurch die Strahlung verringern könnte.

Die Mittagszeit ist insofern sogar günstiger als die Zeit um Sonnenaufgang, als dann das Instrument auch schon in den unteren Schichten stark bestrahlt wird und der Strahlungsunterschied gegen oben bei weitem nicht so überaus groß, ja sogar ziemlich klein ist, was für den Vergleich der unteren und oberen Schichten von Wert sein dürfte. Es ist auf diese Umstände wohl bisher zu wenig geachtet.

Der Ballon braucht, wenn er 15 oder gar 20 km Höhe erreichen soll, allein zum Aufstieg etwa eine Stunde, meist sogar mehr. Außerdem kommt hinzu, daß schon in 12 km Höhe die Sonne eine Viertelstunde eher aufgeht als unten. Es bleibt also nichts anderes übrig, wenn man die Sonnenstrahlung vermeiden will, als mindestens zwei Stunden vor Sonnenaufgang den Ballon hochzulassen.

Sehr viel günstiger erscheint es mir, den Aufstieg bei oder kurz vor Sonnenuntergang auszuführen, da man dann die Vorbereitung, die Auflassung selbst und die Verfolgung mittels Theodolit[1]) noch bei Tageslicht vornehmen kann, ohne befürchten zu müssen, daß der Ballon oben noch bestrahlt wird. Dazu trifft sich günstig, daß die Atmosphäre meist klarer ist als am Morgen und gestattet, selbst nach Sonnenuntergang, die Ballons noch weit hinauf mit dem Auge oder Fernrohr zu verfolgen, wie ich mich selbst praktisch überzeugt habe.

i) Beurteilung der großen Temperaturumkehr in etwa 9500 m Höhe.

Nehmen wir nach den obigen Feststellungen (S. 79) 0,6 und wegen der vermehrten Sonnenstrahlung in der Höhe 0,6 . 1,43 = 0,86 m. p. s. Ventilationsgeschwindigkeit als für unsere Messungen ausreichend an, bei sehr gut gegen Sonnenstrahlung geschütztem Thermometer, so würde bei einer Aufstieggeschwindigkeit des Ballons von 5 m. p. s., wie wir sie gut erreichen können, die Ventilation genügen bis zur Höhe, in der der Barometerstand $b = 760 \cdot \frac{0{,}86}{5} = 114$ mm ist, also bis fast 14 000 m. Darüber ist die Ventilation zu gering, um wirklich zuverlässige Temperatur-

[1]) Vergl. auch den sehr praktischen und leicht durchführbaren „Vorschlag zur allgemeineren Verwendung von Pilotballon-Anwisierungen zu meteorologischen Zwecken" von de Quervain, „Das Wetter", Mai 1906, Berlin.

werte zu liefern, und zwar ist die Ungenauigkeit offenbar um so größer, aus je größerer Höhe die Angaben stammen. Andrerseits ist aber damit schon viel erreicht, selbst dann, wenn wir des nicht vollkommenen Strahlungsschutzes wegen diesen Grenzwert der hinreichend sicheren Temperaturangaben noch etwas reduzieren würden.

Außerdem lehrt uns auch selbst der Anblick und das Studium der Kurven, ihr geregelter Verlauf, vergl. z. B. Tafel 1, und im besonderen die Augustthermohypsen von vier bis fünf unabhängigen Stationen (Tafel 3 bis 5), daß bis mindestens 12 000 m Höhe — die Angaben nicht geplatzter Ballons ausgeschlossen — die Temperaturwerte ungefälscht durch prinzipielle Fehler und der Wirklichkeit entsprechend aufgezeichnet sein müssen, wie wir noch im folgenden erkennen werden.

Schließlich kommt noch ein Gesichtspunkt in Betracht, der uns in der Sicherheit der Temperaturangaben bis zu jener Höhe bestärken muß: In den mittleren Höhen sind durch die verschiedenen Arten der Beobachtungen, durch Drachen bis 6000 m [1]), im Freiballon bis 9000 m Höhe die gleichen Resultate wie mit dem Registrierballon erhalten worden; warum sollte man dessen Angaben nicht um einige hundert Meter darüber hinaus auch noch Glauben schenken wollen? Die höchste Freiballonfahrt des Luftschiffers Berson, bis 10 500 m Höhe, hat leider nicht die große Temperaturumkehr angetroffen, um deren Festlegung es sich im wesentlichen handelt. Aber auch ohne dies werden wir aus dem Vorhergehenden und noch mehr aus den folgenden Einzelbetrachtungen unzweifelhaft ersehen, daß eine starke Temperaturumkehr in etwa 9500 m Höhe fast regelmäßig zu finden ist, wie zuerst von Assmann und Teisserenc de Bort erkannt wurde; wie groß aber andrerseits die Amplitude ist und wo die obere Grenze der Umkehr liegt, hat aus den meisten bisherigen Beobachtungen nicht mit voller Sicherheit festgestellt werden können. Dies letzte wird man also in Zukunft vor allem ins Auge fassen müssen.

7. Die Temperatur in der Höhe. (Tafel 3—5.)

a) Höhentemperatur am 29. August und Beziehung zur Wetterlage.

In 200 m Höhe ist am 29. August, Tafel 3, die Temperatur an den vier Orten, von denen die Thermohypsen gezeichnet sind, bis auf wenige zehntel Grade die gleiche, wie überhaupt an dem Tage eine äußerst gleichmäßige Temperaturverteilung über ganz Nordwesteuropa herrschte.

[1]) Der höchste Drachenaufstieg in Hamburg erreichte 5500 m Höhe, vergl. Perlewitz „Hohe Drachenaufstiege etc.“, Annalen der Hydrographie etc., I., 1907.

Ähnlich ist es in der Höhe. In 2000 m ist die Temperatur an allen vier Orten genau + 0,5° und in 4000 m beträgt die größte Differenz nur 3°, in Paris — 11°, in Hamburg — 8°. Die Pariser- und Straßburger-Kurve laufen weiterhin parallel, bis sie in etwa 9500 m Höhe ein Minimum mit — 46° und — 45° finden. Die nun folgende Temperaturumkehr von 4° Erwärmung umfaßt die nächsten 1000 m; darüber nimmt die Temperatur langsam wieder ab und beträgt in der größten erreichten Höhe über Paris in 11 600 m — 45° und über Straßburg in 16 000 m — 47°. Die Lindenberger Kurve weicht über 6000 m von diesen beiden erheblich ab; sie zeigt überhaupt keine Temperaturumkehr und läßt in 8 bis 10 km Höhe eine auffallend warme, etwa 15° wärmere Luftschicht erkennen als über Paris und Straßburg.

Leider hat die Hamburger Aufzeichnung an diesem Tage in der Höhe versagt. Hamburg lag ebenso wie Lindenberg östlich von einem Minimum, hatte also die gleiche Wetterlage, so daß uns der Hamburger Aufstieg über die Lindenberger Aufzeichnungen größere Sicherheit hätte bringen können. Straßburg und Paris lagen südlich jenes Minimums. Es ist wohl möglich, daß diese Unterschiede der Wetterlage die großen Unterschiede der Temperaturverteilung in der Höhe bedingen können; es würde sich dann der Schluß ergeben, ohne ihn schon auf die Allgemeinheit ausdehnen zu wollen:

1. Im Süden und Südwesten des Minimums zeigt sich eine starke Temperaturabnahme in 4 bis 9 km Höhe, darüber in 9 bis 10 km Höhe eine Erwärmung von etwa — 46° auf — 42° und darüber wieder langsame Abnahme.
2. Im Osten des Minimums ist bei ziemlich gleichmäßiger langsamerer Temperaturabnahme erst in 13 km Höhe die Temperatur — 46° erreicht; es zeigt sich keine Umkehr bis 21 km Höhe, nur eine sehr langsame Abnahme von 12 km Höhe an.

b) Höhentemperatur am 30. August und Beziehung zur Wetterlage.

Am 30. August ist die Gleichmäßigkeit der vier Kurven untereinander, in die sich als fünfte die Münchner Kurve gut einreiht (Tafel 4), am größten. Sie verlaufen vom Erdboden bis 8000 m Höhe fast parallel, wo ihr größter Abstand in Straßburg — 38° und in Lindenberg — 45° ist. Weiterhin zeigen sie alle fünf ein Minimum der Temperatur in fast der gleichen Höhe, zwischen 8900 m in Paris und 9700 m in Straßburg. Dieser Umstand spricht offenbar in vollem Maße für die Richtigkeit und Glaubwürdigkeit der Thermometerangaben in dieser Höhe, trotzdem der absolute Wert des Minimums zwischen — 46° in Straßburg und — 56° in Lindenberg liegt. Das Mittel aus allen fünf Minima:

— 46°	in	9700 m	Höhe	über	Straßburg,
— 48°	„	8900 „	„	„	Paris,
— 49°	„	9200 „	„	„	Hamburg,
— 50°	„	9200 „	„	„	München,
— 56°	„	9300 „	„	„	Lindenberg

ergibt — 50° in 9260 m Höhe.

An diesem Tage liegen alle 5 Stationen südlich und südwestlich des Minimums. Eine Verallgemeinerung ist natürlich aus diesem einen Beispiel nicht zulässig, die Tatsache ist jedoch für diese zwei Tage festgestellt, daß „im Süden und Westen des Minimums in der Höhe Temperaturumkehr bestand, im Osten dagegen, wenigstens am ersten Tage, nicht.“

Größere Abweichungen der einzelnen Aufstiege untereinander finden wir in betreff der Größe und Höhenerstreckung der Temperaturumkehr. Bis 10 300 m steigt die Temperatur zwar noch durchweg, darüber aber fällt sie in Paris und München, während sie an den andern Stationen noch bis etwa 12 000 m Höhe mehr oder weniger stark steigt. Das Maximum der Temperatur zeigen: Paris und München mit — 42° in 10 400 und 10 300 m, Hamburg mit — 39° in 11 300 m, Lindenberg mit — 51° in 12 000 m und Straßburg mit — 43° in 12 700 m. Das Mittel ist danach — 43° in 11 300 m, so daß die mittlere Höhenerstreckung der Umkehr 11 300 — 9300 = 2000 m und ihre Größe 49° — 43° = 6° beträgt. Bis dahin scheinen die Angaben ziemlich sicher mit der Wirklichkeit übereinzustimmen. Über der Umkehrschicht scheint dann die Temperatur wieder langsam zu fallen oder annähernd konstant zu bleiben, doch müssen wir die Richtigkeit dieser Behauptung dahingestellt sein lassen, wie wir oben nachgewiesen haben, ganz abgesehen von der bereits erwähnten gänzlich fehlerhaften Aufzeichnung in Paris über 11 600 m Höhe. Selbst die gute Parallelität der 4 übrigen Kurven bis 17 000 m Höhe darf uns von der Richtigkeit nicht überzeugen. Der ständige Unterschied von 7° in dieser ganzen Schicht zwischen Hamburg und Lindenberg wird auch wohl zum Teil auf die Instrumente zu schieben sein.

c) Höhentemperatur am 31. August und Beziehung zur Wetterlage.

Die Thermohypsen vom 31. August (Tafel 5) zeigen die Temperaturumkehr in der Höhe noch ausgeprägter als die von den Vortagen. Wir befinden uns an allen vier Orten südwestlich vom Minimum (Tafel 2) und zum Teil schon im Übergangsgebiet zum Maximum. Die Wetterlage hat sich nicht wesentlich geändert und die Ergebnisse in bezug auf die Temperaturumkehr befinden sich auch mit den oben aufgestellten Sätzen

in Übereinstimmung, da alle Orte, soweit die Beobachtungen ausreichen, eine sogar verschärfte Umkehr zeigen. In größerer Höhe sind die Temperaturangaben ungenauer als an den Vortagen, da Hamburg von 11 800 m und Lindenberg von 13 000 m gänzlich unbrauchbar sind wegen Sonnenstrahlung oder mangelhafter Ventilation, wovon uns der Anblick der Kurven überzeugt, abgesehen davon, daß beim Hamburger Aufstieg durch Nichtplatzen des Ballons die mangelnde Ventilation in der Höhe erwiesen ist. Auffallend und interessant ist, daß diese zwei Orte schon in geringerer Höhe, in 8600 m, eine Temperaturdifferenz von 20° aufweisen, während sie sich in etwa 11 900 m Höhe nur um 2° unterscheiden! Besser stimmen die entfernter gelegenen Orte Lindenberg und Straßburg in bezug auf Temperaturminimum und Höhe der Umkehrschicht überein, denn an beiden Orten wird ein Minimum von etwa — 47° in 10 500 m Höhe erreicht. Die Größe und Höhenerstreckung der Umkehr ist an diesem Tage an keiner der Kurven festzustellen; beide scheinen größer geworden zu sein. „Es scheint also mit dem Vorübergehen einer Depression im Norden der Beobachtungsorte ein ständiges Wachsen der Temperaturumkehr stattgefunden zu haben.“

8. Die Temperatur der unteren Luftschichten.

(Tafel 4 und Tabelle 2.)

Betrachten wir nun für die drei Tage noch die Temperaturverhältnisse der unteren Luftschichten, die vor allem am zweiten Tage auf bemannten Ballonfahrten und durch Drachenaufstiege von verschiedenen Orten aus erforscht wurden.

a) Der 29. August.

Am 29. August herrschte, wie schon gesagt, über all den Beobachtungsstationen auch in den unteren Schichten eine ziemlich gleichmäßige Abnahme der Temperatur von 0,65° für je 100 m. Allerdings erscheint dieser Gang etwas gestört beim Hamburger Ballonaufstieg durch eine langsamere Abnahme in 1600 bis 2500 m und beim Drachenaufstieg (Tabelle 2) eine Stunde später durch eine Isothermie in 2200 bis 2500 m, die sich aber bereits beim Drachenabstieg auf die Schicht von 2400 bis 2500 m reduziert hat.

b) Der 30. August.

Am 30. August finden wir eine Temperaturumkehr in unteren Schichten merkwürdigerweise allein in Hamburg, und zwar nur am Vormittag in 2600 bis 2800 m Höhe, von — 4° auf — 3°. Es hängt dies

sehr wahrscheinlich damit zusammen, daß Hamburg um diese Zeit zwischen dem Hauptminimum im Osten und einem Teilminimum im Westen lag (Tabelle 2). In der Höhe über dieser Umkehr werden die zwei Minima vermutlich zu einem verschmolzen gewesen sein, dessen Zentrum nicht weit von Hamburg gelegen haben wird, da der Ballon, der bei Windstille hoch ging, 11 Minuten lang fast senkrecht über dem Aufstiegsort verfolgt werden konnte und innerhalb zwei Stunden, während deren er 16 000 m Höhe auf und nieder zurücklegte, nur 14 km weit flog, so daß es bis zu jener Höhe fast windstill gewesen sein muß, wenn nicht, stärkere Winde vorausgesetzt, diese schichtweise aus entgegengesetzten Richtungen herrschten, was kaum anzunehmen ist. Erst am Nachmittag begann sich eine durchgehende nordwestliche Windströmung über Hamburg anzubahnen.

Auf Tafel 4b sind die wichtigsten Aufstiege vom 30. August, bis auf die 5 Registrierballonaufstiege der Tafel 4a, in doppeltem Maßstabe wie diese eingezeichnet. In London ist es im untersten Kilometer Luftschicht besonders kühl, über Paris dagegen am wärmsten, nämlich um 5° bis 7° wärmer als über London. Auch höher hinauf bis 6 km bleibt es über Paris ständig 6° bis 7° wärmer als z. B. über Hamburg und Lindenberg. Die beiden Freifahrten von Straßburg und Berlin aus, bis 5000 m Höhe, die sich nur um 1° bis 2° unterscheiden, halten die Mitte unter den 11 an diesem Tage gewonnenen Vertikalschnitten. Auch der Hamburger Drachenaufstieg bis 4800 m und der Pariser Registrierballonaufstieg vom Nachmittag dieses Tages bis 6000 m Höhe stimmen mit den Ergebnissen der Freifahrten und untereinander sehr genau überein. Die Abnahme der Temperatur für 100 m ist im untersten km 0,65°, von 1000 bis 4000 m 0,6° und darüber etwa 0,7°. Die allein in Hamburg am frühen Morgen durch den Registrierballon beobachtete Umkehr in 2600 m Höhe mit der besonders kühlen und daher schweren Luft darunter hängt, wie oben bereits angedeutet, mit der Sattellage Hamburgs zwischen dem Haupt- und Teilminimum ursächlich zusammen.

c) Der 31. August.

Am 31. August, wo, wie wir gesehen haben, die „große Temperaturumkehr“ am stärksten ausgeprägt ist, haben wir auch in den unteren Schichten die meisten Störungen. Der Hamburger Drachenaufstieg bis 4300 m (Tabelle 2) ergab Umkehrungen von 1° bis 2° Amplitude und nur geringer Mächtigkeit in 1700 m, in 2200 m und in 3500 m. Der Registrierballonaufstieg, der etwa eine Stunde früher diese Höhen durchmaß, zeigte eine Umkehr schon in 1000 m Höhe und eine zweite in

2600 m. Man sieht hieraus, wie schnell veränderlich diese Umkehrungen sind und wie sie aller Wahrscheinlichkeit im Laufe des Vormittags in der Regel in größere Höhen hinauf rücken. Diese letzte überaus wichtige und interessante Erscheinung habe ich auch sonst an zahlreichen Hamburger Drachenaufstiegen durch Vergleich von Doppelaufstiegen oder des Auf- und Abstiegs festgestellt. Der Lindenberger Drachenaufstieg vom 31. August ergab nur eine Umkehr in 1900 m; aus den übrigen 3 Registrierballonaufstiegen ist keine Unstetigkeit in der Temperatur zu ersehen, vielleicht nur wegen zu schnellen Durchfliegens der kleinen Störungsschichten. Über der oberen dieser Umkehrschichten, besonders über 3000 m, finden wir an diesem Tage (Tabelle 2) wieder einmal jene große Lufttrockenheit von wenigen Prozent, wie wir sie auf dem Erdboden in unserm Klima nie, in der freien Atmosphäre jedoch häufig, im Winter bisweilen schon wenige hundert Meter über dem Erdboden, antreffen.

Die Änderungen der Temperatur der unteren Luftschichten im Laufe der drei Tage ist sehr gering, wie besonders gut aus der Tabelle 2 ersichtlich ist.[1])

9. Übersicht der Temperatur über Mitteleuropa. (Tabelle 3.)

Zum Schluß sollen die Temperaturen der freien Atmosphäre über Zentraleuropa an den drei Tagen in einer Tabelle (Tabelle 3) im Überblick zusammengestellt werden.

Die schräggestellten Zahlen bedeuten Maxima und Minima der Temperatur.

a) Zeitliche Temperaturänderungen.

In Lindenberg und Straßburg scheint das Minimum vor der großen Temperaturumkehr im Mittel etwas höher zu liegen als über den andern Stationen, wie aus der untersten Reihe der Tabelle hervorgeht. Eine gesetzmäßige Änderung der Höhe der Temperaturumkehr im Laufe des 29. bis 31. August ist nicht zu erkennen. Wohl aber ersehen wir, daß die Änderungen der Temperatur von Tag zu Tag in der Höhe weit größer sein können als auf dem Erdboden. In 8000 m z. B., also noch unterhalb der großen Umkehr, ist die Temperatur in Lindenberg am 29. —26°, am 30. —45°, um am 31. wieder auf —29° zu steigen. Selbst wenn die Temperaturaufzeichnungen nicht auf ein bis zwei Grad genau sein sollten, so bleiben die Unterschiede doch so gewaltig, daß an der Tatsache nicht zu

[1]) Vgl. auch den unter Tab. 3 zitierten Bericht, Seite 118.

Tabelle 3.

Temperatur über Mitteleuropa am 29. bis 31. August 1905[1]).

Höhe	Lindenberg[2] 29.	30.	31.	Hamburg 29.	30.	31.	Paris 29.	30.	31.	Straßburg 29.	30.	31.	München 30.	Mittlere Temperatur 29.	30.	31.	29.—31.
500	10	12	9	10	10	10	9	14	9	10	11	12	12	10	12	10	11
2000	2	2	1	0	0	1	0	4	2	0	1	3	3	0	2	2	1
4000	−9	−9	5	−8	−12	−11	−11	−6	−11	−10	−10	−8	−9	−10	−9	−9	−9
6000	−17	−26	−16		−25	−30	−26	−21	−25	−21	−23	−21	−21	−21	−23	−23	−23
8000	−26	−45 *−57*	−29		−41 *−49*	−48 *−53*	−42 *−46*	−42 *−48*	−41	−36	−38 *−46*	−34	−41 *−50*	−35	−41	−38	−39
10 000	−36	−53	−42 *−47*		−46 *−39*	−42	*−42*	−43 *−42*		*−45* *−41*	−45	−44 *46*	−45 *−42*	−41	−46	−43	−44
12 000	−42	*−51*	−40		−41	(−25)	−46	(−38)		−42	−43 *−42*	−41	−44	−43	−45	−40	−43
14 000	−47	−52 *−54*	(−33)		−43					−44	−45		47	−46	−47		−46
16 000	−49	−53			−44					−47			47	−48	48	—	48
Höhe der Temp.-Umkehr an den 3 Tagen km	—	9.3	10.7	—	9.2	8.6	8.7	8.9	—	10.0	9.7	10.4	9.2	—	—	—	—
Höhe der Temp.-Umkehr im Mittel .... m	10 000			8900			8800			10 000			9200	9400	9300	9900	9500

[1]) Die schrägen Zahlen sind die Minima und Maxima der Temperaturen, die in °C angegeben sind.

[2] Die hier für Lindenberg angegebenen Zahlen konnten nach dem während der Drucklegung erschienenen Bericht von „K. Wegener über die Aufstiege in Lindenberg vom 28. bis 31. August 1905“ im I. Band der „Ergebnisse der Arbeiten des Kgl. Preuß. Aeronautischen Observatoriums, Braunschweig 1906“ gegenüber den Lindenberger Kurven auf Tafel 3 etwas — doch nur unwesentlich — verbessert werden.

zweifeln ist. Die Ursachen liegen vor allem in der vertikalen Verschiebung der Temperaturumkehrungen.

b) Örtliche Temperaturunterschiede.

Aber nicht nur die zeitlichen Änderungen der Höhentemperaturen über ein und demselben Ort, sondern auch die örtlichen Unterschiede der Temperatur können in der Höhe größer sein als auf dem Erdboden, wie uns der 31. August lehrt, an dem es nach den Aufzeichnungen in 8000 m Höhe über Lindenberg um 19° wärmer ist als über Hamburg. Weit geringere Unterschiede weisen Paris und Straßburg auf, deren Temperaturen sich auch von Tag zu Tag in der Höhe nur wenig ändern.

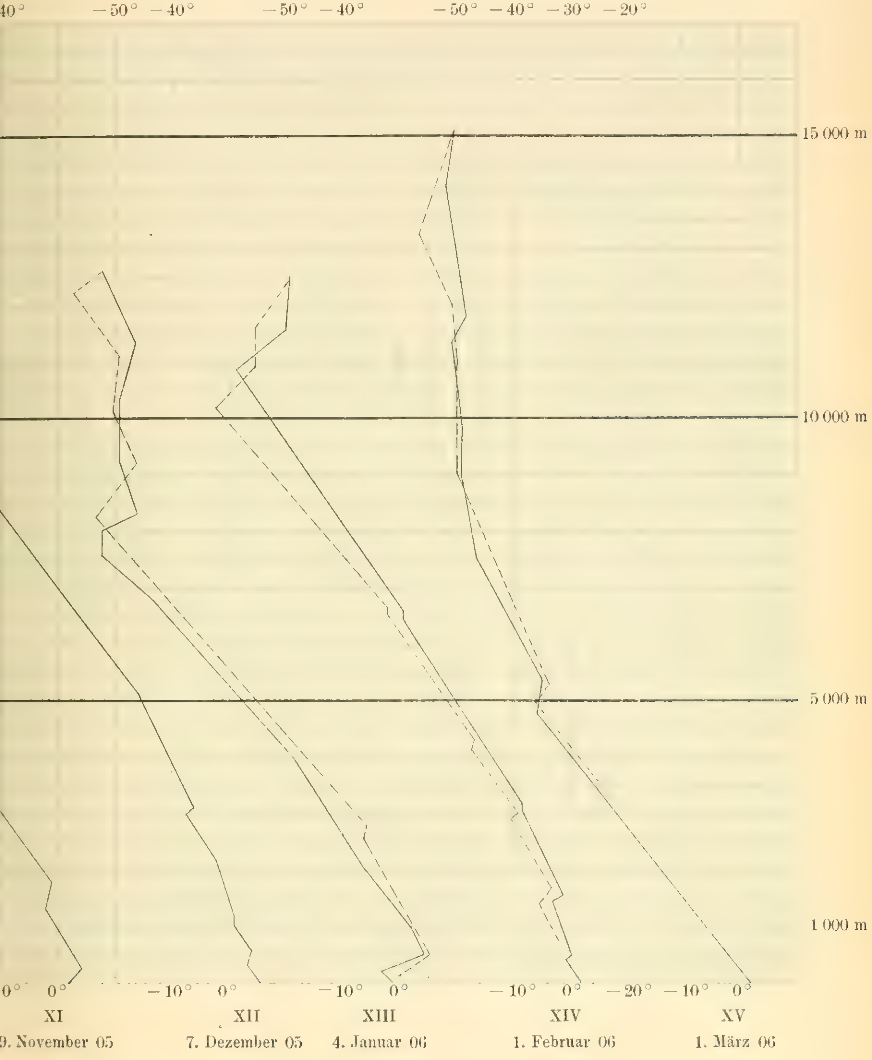
Es würde das gesetzte Ziel dieser Arbeit überschreiten, wenn ich mich hier auf weitere Erörterungen und theoretische Betrachtungen über die eventuellen Ursachen all der merkwürdigen Temperaturverhältnisse einlassen wollte.

Inhaltsübersicht.

Eingegangen am 23. November 1906.

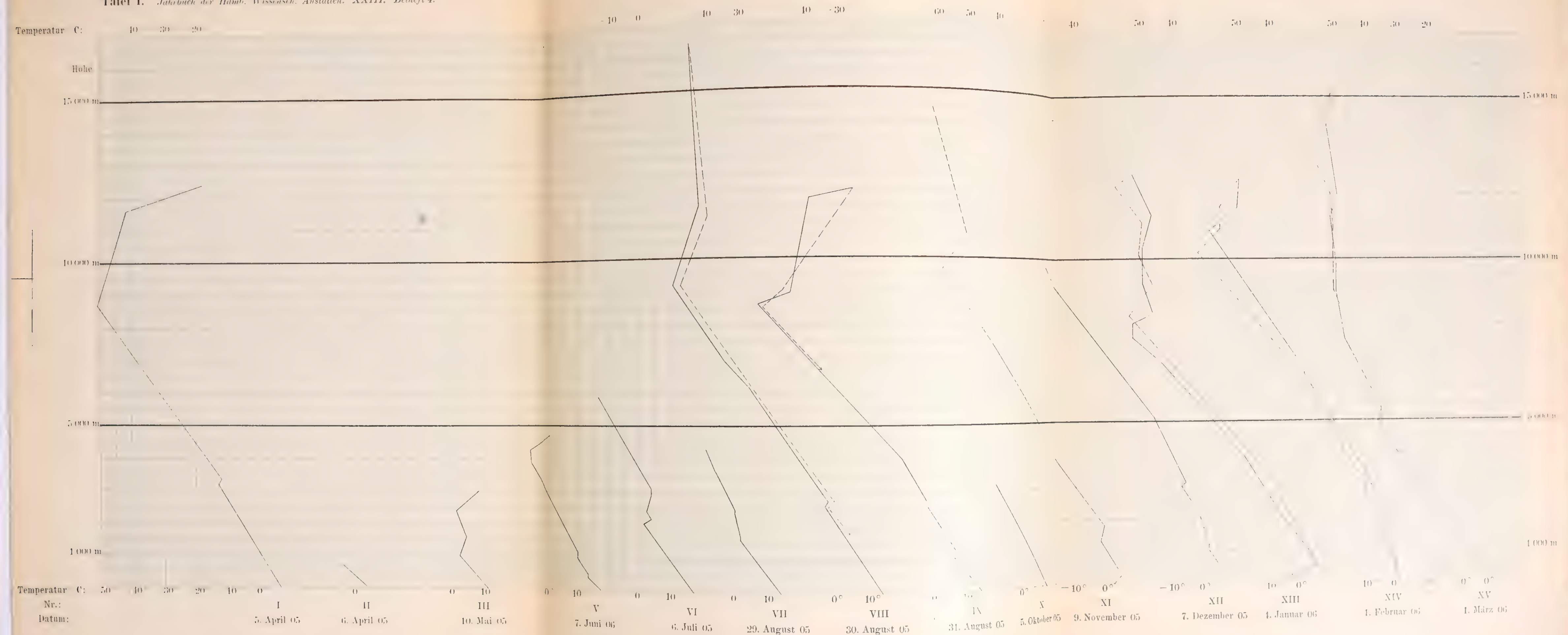
Gedruckt bei Lütcke & Wulff, E. H. Senats Buchdruckern.

ärz 1906.

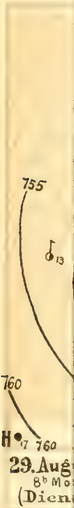


40° −50° −40° −50° −40° −50° −40° −30° −20°
15 000 m
10 000 m
5 000 m
1 000 m
0° 0° −10° 0° −10° 0° −10° 0° −20° −10° 0°
XI
9. November 05
XII
7. Dezember 05
XIII
4. Januar 06
XIV
1. Februar 06
XV
1. März 06

Die Thermohypsen der Registrierballonaufstiege in Hamburg vom April 1905 bis März 1906.



Tafel 2



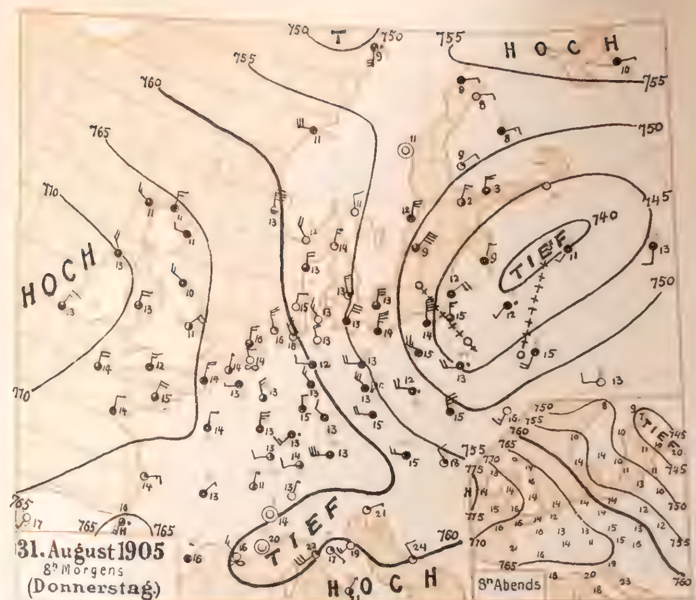
Synoptische Wetterkarten.



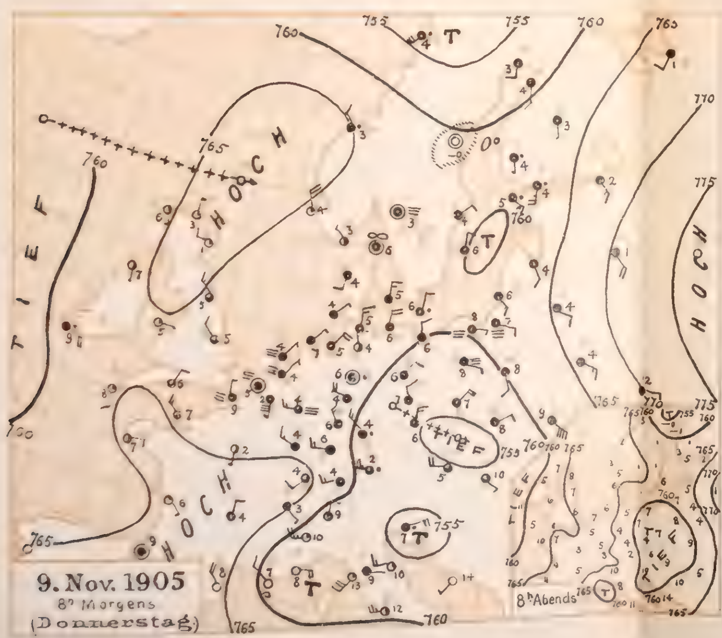
29. August 1905
8h Morgens
(Dienstag.)



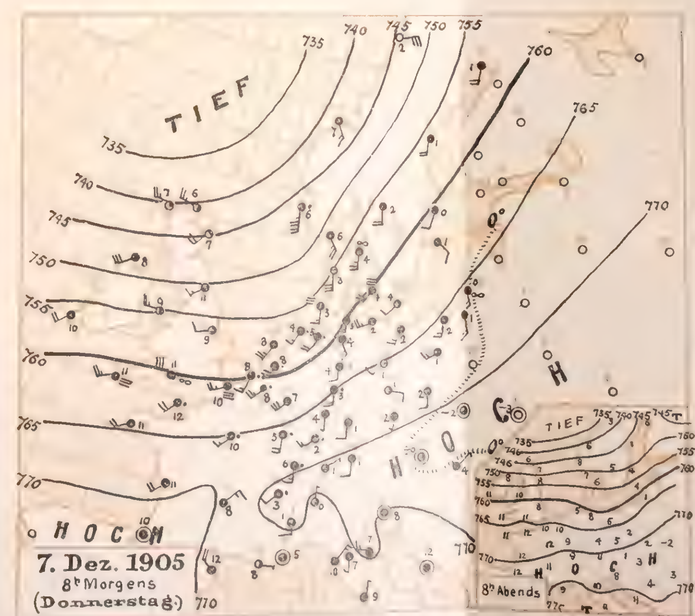
30. August 1905
8h Morgens
(Mittwoch.)



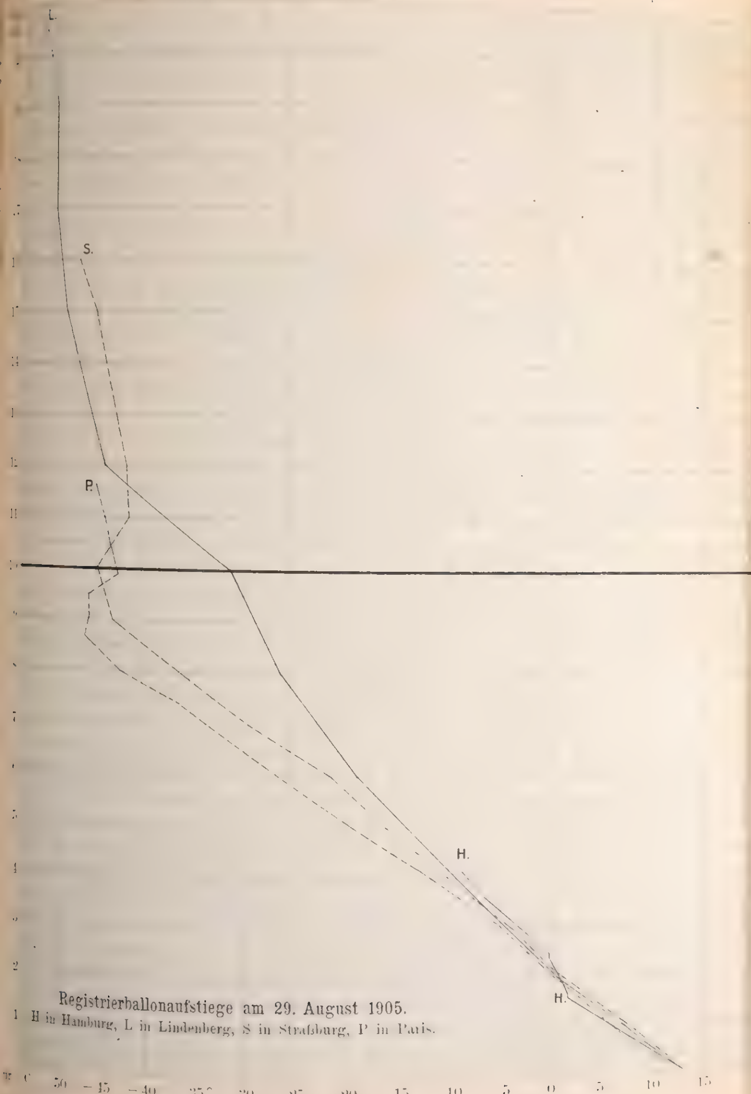
31. August 1905
8h Morgens
(Donnerstag.)

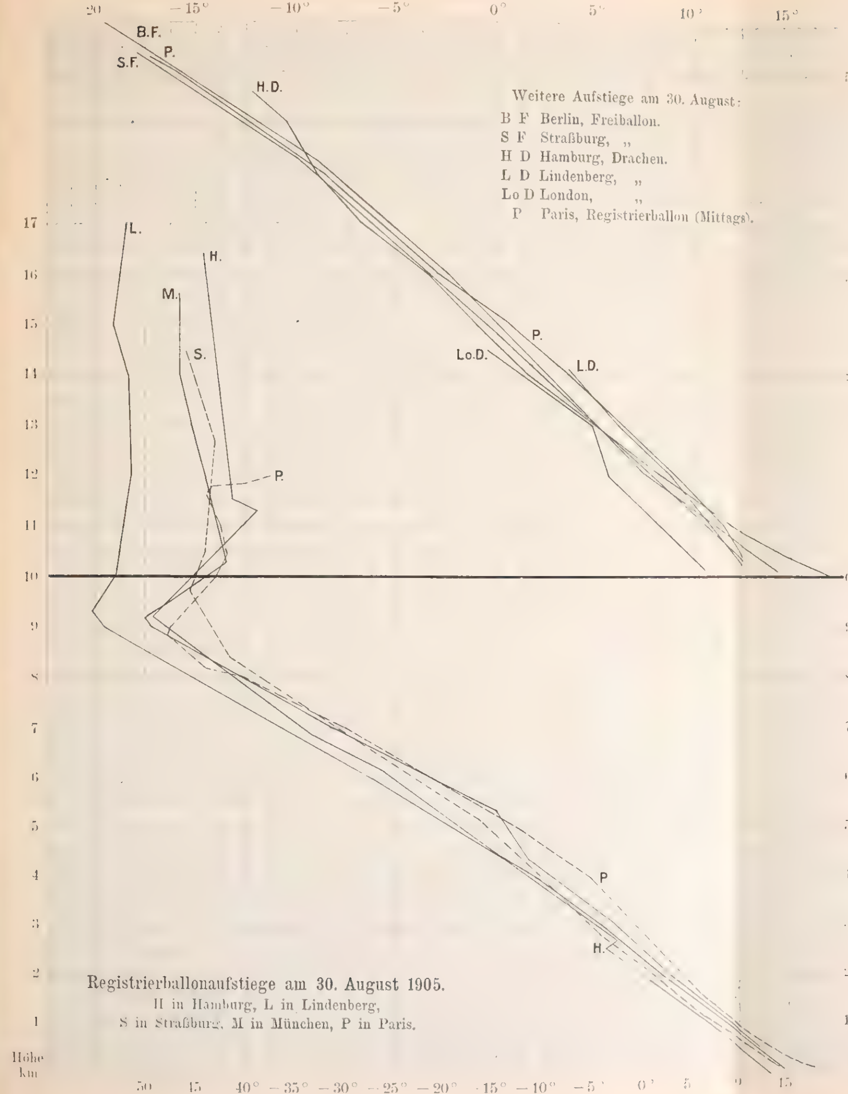


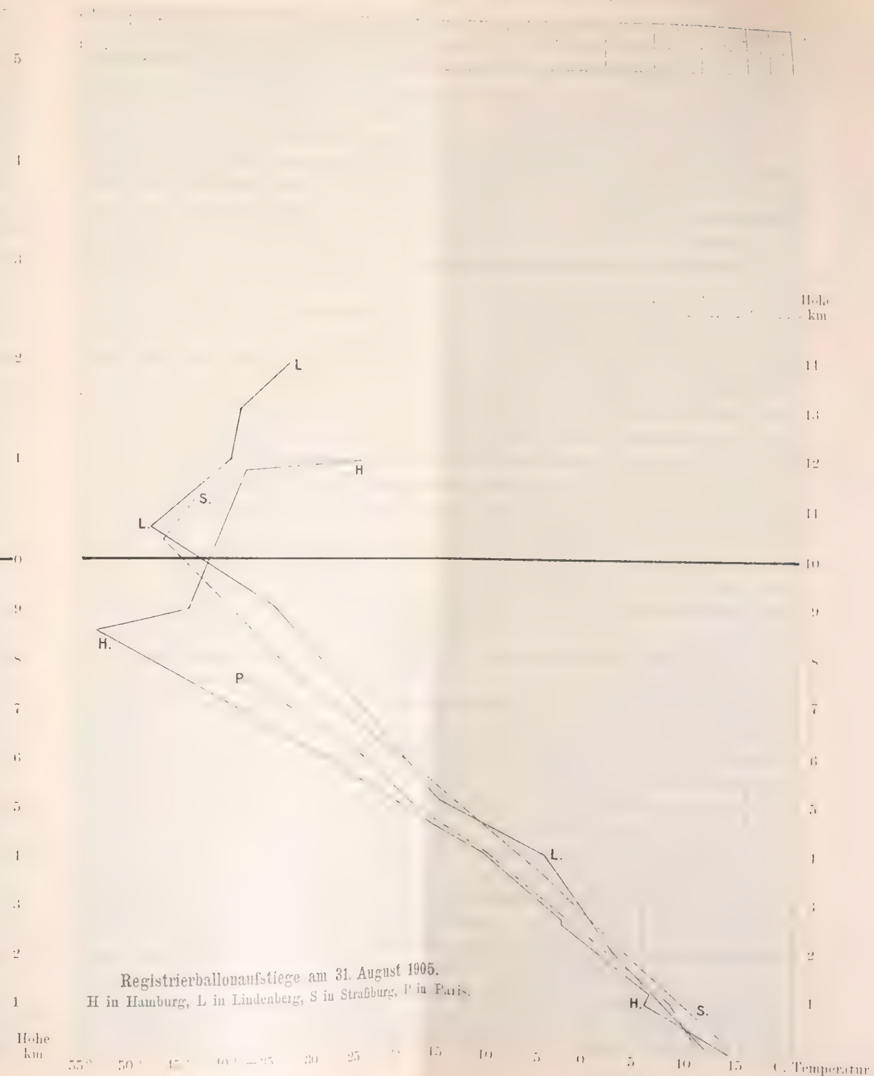
9. Nov. 1905
8h Morgens
(Donnerstag.)



7. Dez. 1905
8h Morgens
(Donnerstag.)


L.
S.
P.
H.
H.
Registrierballonaufstiege am 29. August 1905.
H in Hamburg, L in Lindenberg, S in Straßburg, P in Paris.


B.F.
P.
S.F.
H.D.
Weitere Aufstiege am 30. August:
B F Berlin, Freiballon.
S F Straßburg, „
H D Hamburg, Drachen.
L D Lindenberg, „
Lo D London, „
P Paris, Registrierballon (Mittags).
Lo.D.
P.
L.D.
L.
H.
M.
S.
P.
P
H.
Höhe km
Registrierballonaufstiege am 30. August 1905.
H in Hamburg, L in Lindenberg,
S in Straßburg, M in München, P in Paris.

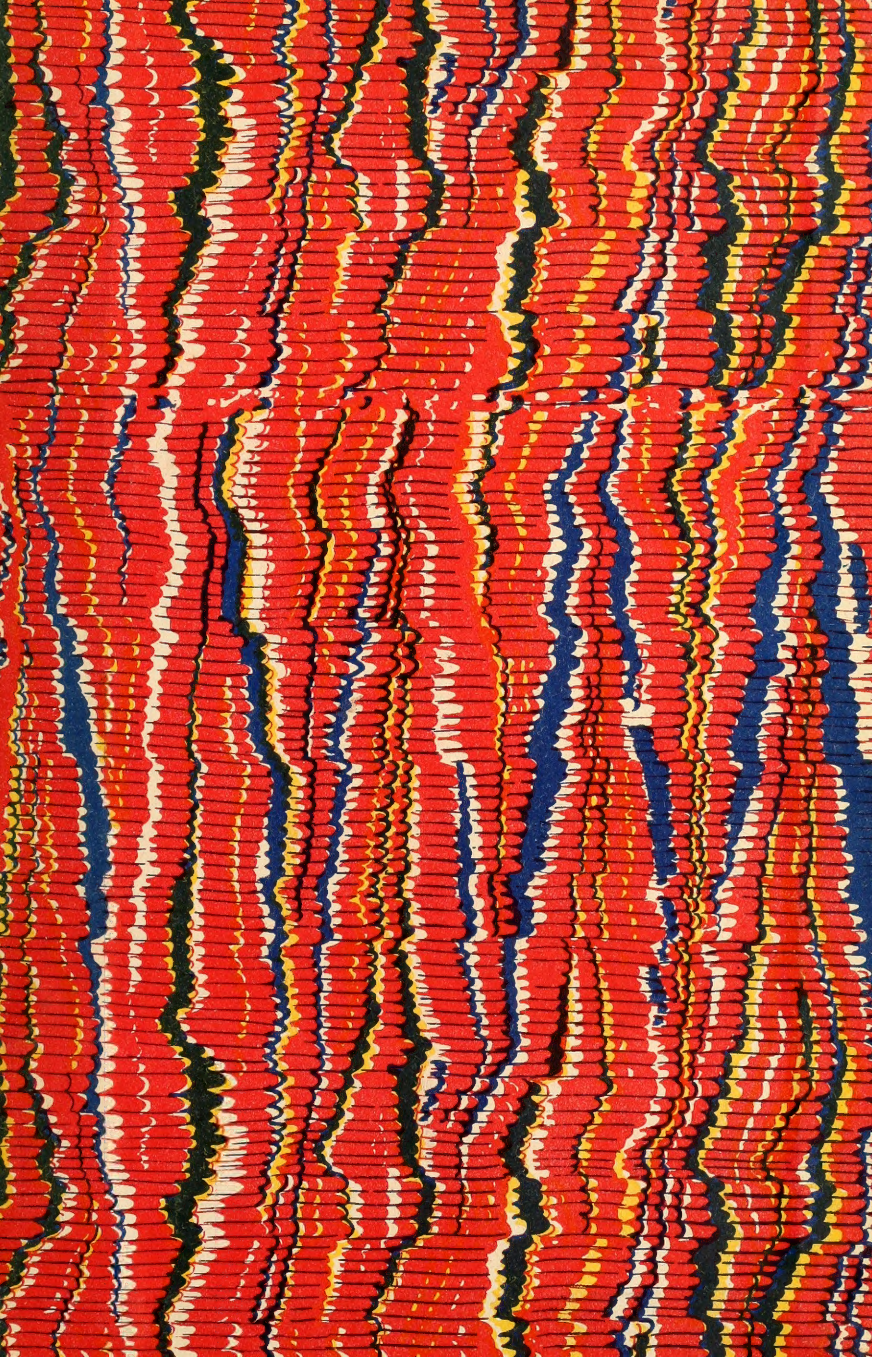

Höhe km
L
H
S.
L.
H.
P
L.
H.
S.
Registrierballonaufstiege am 31. August 1905.
H in Hamburg, L in Lindenberg, S in Straßburg, P in Paris.
C. Temperatur

Inhaltsverzeichnis von Bd. I—XXII. *)

*) Die römischen Ziffern hinter den Titeln geben die Bandzahl an.

Gedruckt bei Lütcke & Wulff, E. H. Senats Buchdruckern.






SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01540 1300